

## Ingenieurmangel in der Schweiz und im Kanton Graubünden: Ausmass, Ursachen und Auswirkungen; Schlussbericht

Gehrig, Matthias; Fritschi, Tobias

Veröffentlichungsversion / Published Version  
Abschlussbericht / final report

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:  
SSG Sozialwissenschaften, USB Köln

### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Gehrig, M., & Fritschi, T. (2008). *Ingenieurmangel in der Schweiz und im Kanton Graubünden: Ausmass, Ursachen und Auswirkungen; Schlussbericht*. Bern: Büro für arbeits- und sozialpolitische Studien BASS AG. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-427272>

### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

## **Ingenieurmangel in der Schweiz und im Kanton Graubünden**

Ausmass, Ursachen und Auswirkungen

Schlussbericht

Im Auftrag des Kantons Graubünden

Regierungsrat Claudio Lardi, Vorsteher des Erziehungs-, Kultur- und Umweltdepartementes

Matthias Gehrig, Tobias Fritschi

Bern, 12. Dezember 2008

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>I</b>
<b>Dank III</b>	
<b>Zusammenfassung</b>	<b>IV</b>
<b>1 Ausgangslage und Fragestellung</b>	<b>1</b>
<b>2 Der Ingenieurmangel in Zahlen</b>	<b>2</b>
2.1 Konzept	2
2.2 Definition «Ingenieur/-in»	3
2.3 Bestimmung der Ingenieurlücke	7
2.3.1 Stellensuchende Ingenieure/-innen	7
2.3.2 Registrierte offene Ingenieursstellen	9
2.3.3 Entwicklung der Ingenieurlücke in der Schweiz	12
2.3.4 Plausibilisierung der Annahme	16
2.4 Indirekte Indikatoren des Ingenieurmangels	18
2.4.1 Entwicklung der Ingenieurabsolventen/-innen	18
2.4.2 Entwicklung der Löhne der Ingenieure/-innen	26
2.4.3 Die Ingenieursersatzrate	27
2.4.4 Beschäftigte Ingenieure/-innen nach Wirtschaftszweigen	29
2.4.5 Einwanderung von ausländischen Ingenieuren/-innen	31
2.5 Fazit	34
<b>3 Literaturanalyse</b>	<b>35</b>
3.1 Vorgehen	35
3.2 Übersicht	36
3.3 Ausgewählte Zusammenfassungen	38
3.3.1 Schweiz	38
3.3.2 Deutschland	42
3.3.3 International	45
3.4 Fazit Literaturanalyse	49
3.4.1 Ausmass des Ingenieurmangels	49
3.4.2 Ursachen des Ingenieurmangels	49
3.4.3 Auswirkungen des Ingenieurmangels	52
<b>4 Ingenieurmangel und Volksschule</b>	<b>53</b>
4.1 Strukturelle Analyse des Schweizer Bildungssystems	55
4.1.1 Strukturelle Analyse: Deskription	55
4.1.2 Strukturelle Analyse: Interpretation	58
4.2 Zusammenhang zwischen Volksschule und Eintritt in ingenieurwissenschaftliche Studiengänge.	62
4.2.1 Bivariate Korrelationsanalyse: internationale Daten	62
4.2.2 Bivariate Korrelationsanalyse: kantonale Daten	67

<b>5</b>	<b>Gesamtwürdigung und Fazit</b>	<b>70</b>
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>74</b>
<b>7</b>	<b>Anhang</b>	<b>76</b>
7.1	Glossar	76
7.2	Ergänzende Tabellen	77

## **Dank**

Die vorliegende Studie analysiert mit Hilfe verschiedener Quellen und Unterlagen den Ingenieurmangel im Kanton Graubünden und in der Schweiz. Die Arbeit wäre nicht möglich gewesen, ohne die engagierte Unterstützung zahlreicher Personen.

Für die gute und angenehme Zusammenarbeit bei der Realisierung der Studie danken wir besonders Herrn Dany Bazzell vom Amt für Volksschule und Sport des Kantons Graubünden.

Für wichtige Literaturhinweise möchten wir uns bei folgenden Personen bedanken:

- Dr. Corina Wirth, Staatssekretariat für Bildung und Forschung (SBF)
- Dr. Emanuel von Erlach, Bundesamt für Statistik (BFS), Sektion Gesundheit, Bildung und Wissenschaft
- Huguette Mc Cluskey, Bundesamt für Statistik (BFS), Sektion Schul- und Berufsbildung

Für die Bereitstellung von unterschiedlichsten Datenbeständen möchten wir uns bei folgenden Personen bedanken:

- Alexander Jäger, Swissengineering STV – Der Berufsverband für Ingenieure und Architekten
- Anton Rudin, Bundesamt für Statistik (BFS), Sektion Gesundheit, Bildung und Wissenschaft
- Jonathan Gast, Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO), Ressort Arbeitsmarktstatistik
- Matthias Graber, Bundesamt für Statistik (BFS), Sektion Gesundheit, Bildung und Wissenschaft
- Paul Bögli, Bundesamt für Migration (BFM), Statistikdienst Ausländer/innen
- Stéphane Cappelli, Bundesamt für Statistik (BFS), Sektion Gesundheit, Bildung und Wissenschaft
- Urs Meier, Bundesamt für Statistik (BFS), Sektion Arbeit und Erwerbsleben

Bern, im Dezember 2008

Matthias Gehrig  
Tobias Fritschi

## Zusammenfassung

### Ausgangslage

Die Bedeutung von Humankapital für das Produktivitätswachstum, die Wettbewerbsfähigkeit und damit letztlich auch für das Wirtschaftswachstum von modernen Wissensgesellschaften ist in der empirischen und theoretischen Literatur der Makroökonomie unbestritten. Den Ingenieur/-innen kommt dabei eine herausragende Bedeutung zu, da sie als «Repräsentanten des besonders innovationsrelevanten Humankapitals» (Koppel 2007, 5) technologische Innovationen entwickeln. Technologische Innovationen führen u.a. zu optimierten Produktionsprozessen, die sich in einem Produktivitätswachstum niederschlagen. Produktivitätswachstum jedoch ist die entscheidende Voraussetzung für die Mehrung des nationalökonomischen Wohlstands.

Auf der mikroökonomischen Ebene führt ein Mangel an Ingenieuren/-innen nicht nur zu erhöhten Lohn-, Rekrutierungs- und Ausbildungskosten, was die Wettbewerbsfähigkeit der betroffenen Unternehmen im globalisierten Wettbewerb senken kann. Auch eine zeitliche Verzögerung von Aufträgen und Produktinnovationen, im schlimmsten Fall sogar eine Delokation von Unternehmensteilen ins Ausland können die Folge sein, wenn offene Ingenieurspositionen nicht adäquat besetzt werden können.

### Auftrag

Vor diesem Hintergrund sind die sich häufenden Klagen von technologieaffinen Unternehmen und die verschiedenen politischen Vorstösse zum Thema Ingenieurmangel in den Parlamenten auf kantonaler und eidgenössischer Ebene nachvollziehbar. Das Erziehungs-, Kultur- und Umweltschutzdepartement des Kantons Graubünden, dem Regierungsrat Claudio Lardi vorsteht, hat sich der Problematik angenommen und das Büro für arbeits- und sozialpolitische Studie BASS beauftragt, zu untersuchen, ob die Ursachen des Ingenieurmangels im Kanton Graubünden möglicherweise im Zusammenhang mit den Lektionentafeln und Lehrplänen der obligatorischen Volksschule stehen.

### Methodisches Vorgehen

Der vorliegende Bericht quantifiziert in einem ersten Schritt den Ingenieurmangel anhand bestehender Schweizer Datenquellen in seinen relevanten Dimensionen. In einem zweiten Schritt wird die einschlägige Literatur zum Thema recherchiert – schwerpunktmässig mit Blick

auf mögliche Ursachen des Ingenieurmangels. In einem dritten und letzten Schritt wird mit einer empirischen Analyse, basierend auf bestehenden Datenquellen, untersucht, ob und in welchem Ausmass der Ingenieurmangel im Kanton Graubünden und in der Schweiz mit den Stundentafeln und Lehrplänen der Volksschule zusammenhängt.

### Ergebnisse I: Die Ingenieurücke

Die « Ingenieurücke » ist die Differenz zwischen stellensuchenden Ingenieuren/-innen und offenen Ingenieursstellen. Die Ingenieurücke kann deshalb sowohl einen positiven als auch einen negativen Wert annehmen. Ist die Ingenieurücke negativ, herrscht ein Ingenieurmangel. Ist sie hingegen positiv, gibt es auf dem Arbeitsmarkt einen Überschuss an (stellensuchenden) Ingenieuren/-innen. Die Anzahl stellensuchender Ingenieure/-innen kann der Arbeitsmarktstatistik des Staatsekretariats für Wirtschaft (SECO) entnommen werden. Die Anzahl offener Ingenieursstellen ist hingegen unbekannt, da die Datengrundlage zum Ausweis dieser Kennzahl nicht gegeben ist. Jedoch ist die Anzahl der offenen **registrierten** Ingenieursstellen in der Arbeitsmarktstatistik des SECO enthalten. Zwischen der Anzahl der offenen und der Anzahl der registrierten offenen Ingenieursstellen besteht eine Differenz, weil die Unternehmen den regionalen Arbeitsämtern nicht alle offenen Ingenieursstellen melden. Koppel (2007) hat die Meldequote der offenen Ingenieursstellen für Deutschland im Rahmen einer Unternehmensbefragung empirisch ermittelt. Wird angenommen, dass die Meldequote für offene Ingenieursstellen in der Schweiz die gleiche wie in Deutschland ist, resultieren die folgenden Ergebnisse:

■ In der Schweiz gab es erstmals im März 2006 einen Ingenieurmangel im Sinne einer negativen Ingenieurücke. Diese vergrösserte sich seitdem beständig. Im April 2008 betrug die Ingenieurücke **3'000 fehlende Ingenieure/-innen**, was rund einem Absolventenjahrgang entspricht.

■ Im Kanton Graubünden gab es etwas früher, nämlich erstmals im Juli 2005 eine negative Ingenieurücke. Diese betrug im April 2008 **42 fehlende Ingenieure/-innen**.

■ Die 3'000 fehlenden Ingenieure/-innen in der Schweiz und 42 fehlenden Ingenieure/-innen im Kanton Graubünden müssen als konservative Untergrenze interpretiert werden, weil davon ausgegangen werden muss, dass in der Schweiz die Meldequote für offene Ingenieursstellen tiefer ist als diejenige in Deutschland (12.9%). Denn wir konnten zeigen, dass die Meldequote für offene Ingenieursstellen in der Maschinen-, Elektro- und Metall-Industrie (MEM-Industrie) im

Januar 2007 nur gerade 7.1% betrug. Geht man davon aus, dass die Meldequote in der Schweiz nur 7.1% und nicht 12.9% wie in Deutschland beträgt, so betrug die Ingenieurlücke in der Schweiz im April 2008 nicht 3'000, sondern **6'000 fehlenden Ingenieure/-innen**.

■ Bezüglich der Ingenieurlücke sind die Ingenieure/-innen keine homogene Gruppe. Es fehlen vor allem (und in dieser Reihenfolge) **Elektro-, Maschinen-, Informatik- und Bauingenieure/-innen**.

■ Die **Kantone Aargau, Thurgau, Glarus, Schaffhausen und Graubünden** sind (in dieser Reihenfolge) besonders stark vom Ingenieur-mangel betroffen.

## Ergebnisse II: Indikatoren des

### Ingenieurmangels

Die Anzahl Absolvent/-innen von Studiengängen der Ingenieurwissenschaften, die Löhne von Ingenieuren/-innen und die Einwanderung von ausländischen Ingenieuren/-innen können als Indikatoren des Ingenieurmangels bezeichnet werden, weil diese aus arbeitsmarktökonomischen Überlegungen mit dem Ingenieurmangel korreliert sind. Unsere Analyse dieser Indikatoren ergab folgendes:

■ Die **Anzahl Absolventen/-innen von ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen pro 1'000 Beschäftigte** ist in der Schweiz im internationalen Vergleich tief. Sie betrug im Jahr 2005 1.1 Ingenieure/-innen pro 1'000 Beschäftigte. In Finnland und Korea beispielsweise gab es 2005 mehr als 4 Ingenieure/-innen pro 1'000 Beschäftigte.

■ Die **Ingenieurersatzrate** zeigt die Anzahl Ingenieure/-innen, die dem Arbeitsmarkt zur Verfügung stehen, um eine/-n ältere/-n Ingenieur/-in, der/die in absehbarer Zeit aus dem Erwerbsleben austritt, zu ersetzen. Eine Ingenieursersatzrate von 1 bedeutet, dass gerade genügend junge Ingenieure/-innen aus dem Bildungssystem entlassen werden, um eine/-n aus dem Erwerbsleben ausscheidende/-n Ingenieur/-in zu ersetzen. Die Ingenieursersatzrate betrug im Jahr 2000 1.5 – im internationalen Vergleich ein tiefer Wert (z.B. Schweden: 4.7). Da die Nachfrage nach Ingenieuren/-innen nach wie vor steigt, muss davon ausgegangen werden, dass eine Ingenieursersatzrate von 1.5 nicht ausreicht, um die aus dem Erwerbsleben ausscheidenden Ingenieure/-innen zu ersetzen.

■ Die Anzahl **Eintritte in ingenieurwissenschaftliche Studiengänge** ist in der Schweiz zwischen 1990 und 2007 um rund 15% gesunken, während die Anzahl für erfolgreich absolvierte ingenieurwissenschaftliche Studiengänge

vergebene **Diplome** stagnierte. Im Kanton Graubünden konnte zwischen 1990 und 2007 eine Stagnation bzw. ein leichtes Wachstum der Eintritte und Diplome verzeichnet werden. Diese Entwicklung in der Schweiz und im Kanton Graubünden ist nicht besonders positiv zu bewerten, weil einerseits die Studierquote während der gleichen Zeit um rund 50% zugenommen hat und andererseits die Nachfrage nach Ingenieuren/-innen aufgrund eines Strukturwandels hin zu einer globalisierten Wissensgesellschaft in dieser Periode substantiell zugenommen haben dürfte.

■ Der **Anteil der Frauen in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen** ist in der Schweiz im internationalen Vergleich äusserst tief (16.5 Prozent im 2007). Tieferer Frauenanteil hat nur noch Japan.

■ Zwischen 2006 und 2007 sind die **Löhne der Ingenieure/-innen** in der Schweiz mit 2.6% überdurchschnittlich (Total Arbeitnehmende: 1.6%) gewachsen. Dies ist konsistent mit der Beobachtung, dass sich im Jahr 2006 eine negative Ingenieurlücke bemerkbar machte, welche sich bis April 2008 beständig vergrösserte.

■ Die **Einwanderung von ausländischen Ingenieuren/-innen** hat seit dem Jahr 2005 kontinuierlich zugenommen. Besonders ausgeprägt war die Einwanderung von ausländischen Ingenieuren/-innen in den Jahren 2006 und 2007, was mit der Entwicklung der Ingenieurlücke konsistent ist.

## Ergebnisse III: Ursachen des

### Ingenieurmangels

Die Literaturrecherche hat ergeben, dass monokausale Erklärungsansätze der Komplexität des Phänomens «Ingenieurmangel» nicht gerecht werden. Der Ingenieurmangel kann auf folgende Gruppen von Einflussfaktoren zurückgeführt werden (die Reihenfolge entspricht dem Einflussgewicht bzw. der Erklärungsstärke der Faktoren):

■ **Interesse.** Die Literatur geht darin einig, dass das Interesse die Bildungsentscheide am Ende der Sekundarstufe I und II am stärksten beeinflusst. Weckung und Stabilisierung des Interesses dürfte am Ende der Sekundarstufe I abgeschlossen sein, so dass eine Beeinflussung des Interesses zwischen der Geburt und dem Ende der Sekundarstufe I zu erfolgen hat. Zwischen 1990 und 2007 ist das technische und naturwissenschaftliche Interesse der Schweizer Schüler/-innen stabil geblieben, was vor dem Hintergrund der um 50% gestiegenen Studierquote und der erhöhten Nachfrage nach Ingenieuren/-innen als negative Entwicklung zu bewerten ist.

■ **Bildungsbiografie.** Nach dem Interesse beeinflusst die Bildungsbiografie den Studienfachentscheid am stärksten. Der Einfluss der Bildungsbiografie auf die Bildungsentscheide konstituiert sich erstens über die in der Vergangenheit erzielten schulischen Leistungen in Mathematik und Naturwissenschaften, zweitens über das Selbstkonzept (Glaube an die eigenen Fähigkeiten) in Mathematik, Naturwissenschaften sowie Technik und drittens über eine fachliche Koppelung zwischen dem Bildungsentscheid am Ende der Sekundarstufe I und dem Bildungsentscheid am Ende der Sekundarstufe II. Diese fachliche Koppelung führt z.B. dazu, dass die Absolvierung eines Maturitätsstudiengangs mit einer mathematisch-naturwissenschaftlichen Orientierung die Wahrscheinlichkeit von Gymnasiastinnen, ein ingenieurwissenschaftliches Studium an einer universitären Hochschule aufzunehmen, um den Faktor 12, von Gymnasiasten um den Faktor 7 erhöht.

■ **Erwartungen hinsichtlich des Studiums und des Arbeitsmarkts.** Auch die Erwartungen hinsichtlich des Studiums und des Arbeitsmarkts beeinflussen den Studienfachentscheid. Diese Erwartungen wirken sich auf die Ingenieurwissenschaften negativ aus, weil hohe (insbesondere hohe mathematische) Anforderungen von ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen antizipiert werden. Darüber hinaus werden vor dem Hintergrund der hohen Anforderungen des ingenieurwissenschaftlichen Studiums die Karrierechancen von Ingenieuren/-innen insbesondere im Vergleich zu den Karrierechancen von Absolventen/-innen der Betriebswirtschaftslehre, der Rechtswissenschaften und der Medizin negativ beurteilt.

■ **Gesellschaftlicher Kontext:** Die Veränderung des gesellschaftlichen Kontextes beeinflusst die Präferenz für technische Studiengänge negativ. Faktoren sind: stärkere Konkurrenz durch erhöhtes Ausbildungsangebot, negative Nebeneffekte von Technologie, veränderte Werteorientierung (verminderter Materialismus), veränderte soziale und geschlechtsspezifische Struktur der Studierenden infolge Erhöhung der Studierquote und mediengesteuertes negatives Image von Ingenieuren/-innen.

■ **Familiäres und soziales Umfeld.** Auch die Veränderung des familiären und sozialen Umfelds wirkt sich negativ auf die Präferenz für technische Studiengänge aus. Faktoren sind: verminderte Techniksozialisation in der «vaterlosen Gesellschaft», stereotype (z.B. geschlechtsspezifische Erwartungen) und fehlende Rollenbilder.

■ **Nachfrage nach Ingenieuren/-innen.** Im Rahmen des Strukturwandels hin zu einer wissensbasierten Gesellschaft, die zunehmend in

einer globalisierten wettbewerbsorientierten Marktwirtschaft agiert, ist die Nachfrage nach technischem Humankapital in den letzten 20 Jahren markant gestiegen. Ökonomen/-innen sprechen im Zusammenhang dieses Strukturwandels von «skill-biased technological change».

#### **Ergebnisse IV: Strukturelle Analyse des Bildungssystems**

Eine strukturelle Analyse des Bildungssystems bzw. des Bildungsweges von der Einschulung bis zum Austritt aus dem Bildungssystem hat zu folgenden Erkenntnissen geführt:

■ **Festgelegte Interessen am Ende der Sekundarstufe I.** Die Interessen stehen am Ende der Sekundarstufe I hochgradig fest. Deshalb ist eine Beeinflussung der Präferenzen über Berufswahl und Studienfelder auf nachgelagerten Ausbildungsstufen wenig erfolgsversprechend.

■ **Stagnation des Interesses für Technik seit 1990.** Das Interesse für Technik am Ende der Sekundarstufe I ist seit 1990 stabil geblieben. Diese Entwicklung ist aufgrund der erhöhten Nachfrage nach technischem Humankapital als negativ zu bewerten.

■ **Präjudiz des 1. Bildungsentscheids am Ende der Sekundarstufe I für den 2. Bildungsentscheid am Ende der Sekundarstufe II.** Die Bildungsentscheide am Ende der Sekundarstufe I und am Ende der Sekundarstufe II sind stark gekoppelt. Wer sich nicht bereits für einen mathematischen, technischen oder naturwissenschaftlichen Ausbildungsgang auf der Sekundarstufe II entschieden hat, hat eine sehr tiefe Wahrscheinlichkeit, auf der Tertiärstufe ein Studium der Ingenieurwissenschaften aufzunehmen.

■ **Potentialverluste im Übergang von der Sekundarstufe II zum Tertiärbereich im Bildungsweg «Berufslehre – Berufsmaturität – Fachhochschule».** Aufgrund von negativen Erfahrungen während technischer Ausbildungslehrgänge auf der Sekundarstufe II und/oder aufgrund einer höheren Attraktivität von konkurrierenden Studiengängen verzichten technisch Interessierte auf eine weiterführende Ausbildung auf der Tertiärstufe oder nehmen ein nicht-technisches Studium in Angriff.

■ **Ungenutztes technisches Potential an den Gymnasien.** Es kann davon ausgegangen werden, dass am Ende der Sekundarstufe I rund 40% der Schüler/-innen technisch interessiert sind. Dieses Potential wird im Übergang zur Sekundarstufe II in den Gymnasien nicht vollständig genutzt, so dass nur 25% der Gymnasiasten/-innen einen gymnasialen Lehrgang mit



einer mathematischen, naturwissenschaftlichen und/oder technischen Ausrichtung verfolgen.

### **Ergebnisse V: Zusammenhang zwischen Ingenieurmangel und Volksschule**

Im Rahmen einer bivariaten Korrelationsanalyse haben wir untersucht, ob der Ingenieurmangel bzw. die Eintritte in ingenieurwissenschaftliche Studiengänge mit Stundentafeln bzw. Lehrplänen in der Volksschule zusammenhängen. Die Analyse wurde einerseits basierend auf internationalen, andererseits basierend auf kantonalen Daten vorgenommen. Es ergaben sich folgende Resultate:

■ Basierend auf den internationalen Daten konnte kein Zusammenhang zwischen Eintritten in ingenieurwissenschaftliche Studiengänge und der Volksschule nachgewiesen werden.

■ Die Analyse der kantonalen Daten hat ergeben, dass die Eintritte in ingenieurwissenschaftliche Studiengänge mit den Mathematikleistungen am Ende der Sekundarstufe I und mit der Anzahl Mathematikstunden während der Sekundarstufe I hoch positiv korreliert sind: bessere Mathematikleistungen und mehr Mathematikunterricht an der obligatorischen Schule gehen mit einem höheren Anteil ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge an den Hochschuleintritten einher. Grundsätzlich können aus Korrelationskoeffizienten keine Wirkungszusammenhänge abgeleitet werden. Die Hypothese, wonach der Ingenieurmangel im Kanton Graubünden und in der Schweiz allenfalls mit den Stundentafeln und Lehrplänen in der obligatorischen Volksschule zusammenhängt, scheint sich jedoch zu bestätigen.

### **Empfehlungen**

Aus den Erkenntnissen, die im Rahmen der Studie gewonnen werden konnten, lassen sich die folgende bildungspolitische Empfehlungen formulieren:

■ Für eine nachhaltige Erhöhung der Anzahl Absolvent/-innen ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge ist eine Erhöhung des Interesses für Technik unabdingbar. Massnahmen zur Interessenbeeinflussung haben dabei vorzugsweise zwischen der Geburt und dem Ende der Sekundarstufe I anzusetzen.

■ Die geschlechtsspezifische Techniksozialisation muss mit geeigneten Massnahmen durchbrochen werden, damit der Anteil der Frauen in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen substantiell erhöht werden kann.

■ In der obligatorischen Schule sollte mehr Mathematikunterricht und mehr naturwissenschaftlicher Unterricht mit technischer Ausrichtung

angeboten werden. Dabei sollte Wert auf die Weckung und Stabilisierung des technischen Interesses im Rahmen eines verstärkt experimentellen, wirklichkeitsorientierten und emotional erfahrbaren Unterrichts gelegt werden.

■ Für Studenten/-innen mit einer Bildungsbiografie ausserhalb des technisch-mathematischen Bereichs sollte eine Durchlässigkeit in die technischen Studiengänge auf der Tertiärstufe geschaffen werden («zweite Chance»). Diese Durchlässigkeit sollte aktiv gefördert und strukturell-formelle und informelle Übertrittsschranken abgebaut werden.

■ Es sind Massnahmen zu prüfen, welche dazu führen, dass Arbeitsmarktüberlegungen die Bildungsentscheide von Schüler/-innen, die sich für den Bildungsweg «Gymnasium - Hochschule» entschieden haben, stärker beeinflussen.

■ Die Einführung eines zusätzlichen Maturitätslehrgangs mit einem technischem Schwerpunkt ist zu prüfen.

■ Die Ursachen für den Verlust von technisch interessierten Personen im Übergang von der Sekundarstufe II in die Tertiärstufe müssen in einem ersten Schritt identifiziert werden. In einem zweiten Schritt sind die entsprechenden Gegenmassnahmen auszuarbeiten und dann zu implementieren.

## 1 Ausgangslage und Fragestellung

Die Bedeutung von Humankapital für das Produktivitätswachstum, die Wettbewerbsfähigkeit und damit auch für das ökonomische Wachstum ist sowohl in der empirischen als auch in der theoretischen Literatur unbestritten. Humankapital ist allerdings nicht als homogener Faktor zu betrachten. Dem technischen Humankapital kommt eine sehr hohe Bedeutung zu, da dieses technologische Innovationen entwickelt. Technologische Innovationen wiederum führen insbesondere zu effizienzsteigernden Produktionsprozessen, was in einem Produktivitätswachstum resultiert. Koppel (2007) hält mit Verweis auf empirische Studien fest, dass den «Ingenieuren/-innen als Repräsentanten des besonders innovationsrelevanten Humankapitals» (S. 5) eine herausragende Bedeutung zukommt. Zusätzlich muss davon ausgegangen werden, dass sich der Bedarf an technischem Humankapital in den letzten drei Jahrzehnten als direkte Folge der rasanten Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologien stark erhöht hat. In diesem Zusammenhang sprechen Ökonomen gemäss Koppel (2007) von «skill-biased technological change» (S. 5).

Während die Bedeutung von Ingenieuren/-innen für Wettbewerbsfähigkeit, Produktivitäts- und Wirtschaftswachstum unbestritten ist, häufen sich in der Schweizer Presse Hinweise auf einen aktuellen oder aber für die Zukunft absehbaren Ingenieurmangel. Umso erstaunlicher ist die Tatsache, dass in der Schweiz Studien, welche den Ingenieurmangel mit Zahlen quantifizieren, d.h. die Ingenieurlücke quantitativ bestimmen und damit das Phänomen des Ingenieurmangels in seinen unterschiedlichen Dimensionen erst empirisch greifbar machen, vorderhand nicht existieren.

Bigler (2007) (siehe Kapitel 3.3) konstatiert im Februar 2007 zwar: «Insgesamt fehlen den 920 Swissmem-Mitgliedunternehmen im Februar 2007 rund 1'500 Ingenieure/Ingenieurinnen». Diese Zahl darf allerdings nicht als Ingenieurlücke interpretiert werden. Denn die von Bigler (2007) präsentierte Tabelle zeigt, dass es sich bei den vorgelegten Zahlen um die «Anzahl offene Ingenieursstellen» handelt - eine Kennzahl, welche nur die Nachfrage nach Ingenieuren/-innen misst, nicht jedoch die Ingenieurlücke, welche das Resultat des Zusammenspiels von Angebot und Nachfrage darstellt.

Insofern muss festgehalten werden, dass es zurzeit unklar ist, ob in der Schweiz überhaupt ein Ingenieurmangel im Sinne einer Ingenieurlücke besteht. Dieser Tatbestand gibt Anlass dafür, den Ingenieurmangel in der Schweiz und insbesondere im Kanton Graubünden quantitativ zu beschreiben. Eine Anfrage von Regierungsrat Claudio Lardi hat das Erziehungs-, Kultur- und Umweltdepartement des Kantons Graubünden veranlasst, untersuchen zu lassen, ob die Ursachen des Ingenieurmangels im Kanton Graubünden möglicherweise im Zusammenhang mit den Lektionentafeln und Lehrplänen der Volksschule stehen. Der vorliegende Bericht befasst sich mit dieser Fragestellung, indem einerseits die relevante Literatur zum Thema recherchiert und dargestellt wird sowie eine quantitative Analyse mit bestehenden Schweizer Datenquellen durchgeführt wird.

Der Bericht ist folgendermassen aufgebaut: in *Kapitel 2* wird der Ingenieurmangel in der Schweiz soweit möglich quantifiziert. Dabei wird einerseits direkt die Ingenieurlücke berechnet (Abschnitt 2.3), andererseits werden indirekte Indikatoren des Ingenieurmangels beschrieben (Abschnitt 2.4). In *Kapitel 3* wird der Forschungsstand zum Thema Ingenieurmangel und seine Ursachen und Auswirkungen dargestellt. Die relevante Literatur wurde für die Schweiz, für Deutschland sowie stellenweise international recherchiert. In *Kapitel 4* wird den Ursachen des Ingenieurmangels in der Schweiz einerseits im Rahmen einer strukturellen Analyse des Bildungssystems nachgegangen (Abschnitt 4.1). Andererseits wird in diesem Kapitel der Einfluss der Volksschule auf die Anzahl Eintritte in ingenieurwissenschaftliche Studiengänge im Rahmen einer bivariaten Korrelationsanalyse untersucht (Abschnitt 4.2). In einer Gesamtwürdigung und einem Fazit (*Kapitel 5*) werden die wichtigsten Ergebnisse der Studie zusammengefasst.

## 2 Der Ingenieurmangel in Zahlen

### 2.1 Konzept

Koppel (2008) folgend, verstehen wir unter der Ingenieurlücke zum Zeitpunkt  $t$  die Differenz zwischen der Nachfrage nach Ingenieuren/-innen durch die Schweizer Wirtschaft und dem Angebot an verfügbaren Ingenieuren/-innen zum Zeitpunkt  $t$ . Mathematisch ausgedrückt:

$$I_t = A_t - N_t \quad \forall t \in [\text{Januar 2004, April 2008}], \text{ mit :}$$

$I_t$  := Ingenieurlücke im Monat  $t$

$A_t$  := Angebot an Ingenieuren /– innen, d.h. Stellensuchende Ingenieure /– innen im Monat  $t$

$N_t$  := Nachfrage nach Ingenieuren /– innen, d.h. offene Ingenieursstellen im Monat  $t$

Die Formel macht deutlich, dass die Ingenieurlücke sowohl einen positiven als auch einen negativen Wert annehmen kann. Nimmt die derart definierte Ingenieurlücke einen negativen Wert an, herrscht auf dem Arbeitsmarkt ein Ingenieurmangel. Nimmt sie hingegen einen positiven Wert an, ist auf dem Arbeitsmarkt ein Angebotsüberschuss bzw. ein Überschuss an Ingenieuren/-innen zu beobachten.

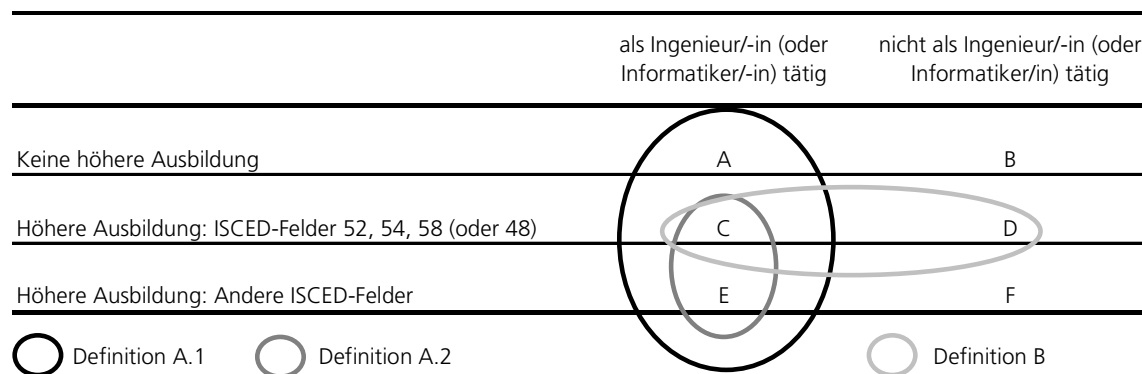
Koppel (2008) operationalisiert die Nachfrage nach Ingenieuren/-innen mit der Anzahl offener Ingenieursstellen zu einem Zeitpunkt  $t$ , das Angebot hingegen mit der Anzahl stellensuchender Ingenieure/-innen zu diesem Zeitpunkt. Eine derart definierte Ingenieurlücke könnte als direkter Indikator des Phänomens «Ingenieurmangel» bezeichnet werden, da er das Ausmass des Phänomens direkt misst. Leider sind in der Schweiz die statistischen Grundlagen, um die Ingenieurlücke einwandfrei zu bestimmen, streng genommen nicht gegeben. Trotzdem werden wir basierend auf einer einzigen Annahme eine solche für die Schweiz berechnete Ingenieurlücke ausweisen (Kapitel 2.3.3). Wir möchten allerdings die Quantifizierung des Ingenieursmangels nicht auf einer einzigen Kennzahl abstützen, die von einer bestreitbaren Annahme abhängt. Aus diesem Grund präsentieren wir in diesem Kapitel einige indirekte Kennzahlen, welche als Indikatoren für das Ausmass eines allfälligen Ingenieurmangels gesehen werden können (Abschnitt 2.4). Diese indirekten Kennzahlen können deshalb als Indikatoren bezeichnet werden, weil aufgrund von ökonomischen Plausibilitätsüberlegungen davon ausgegangen werden kann, dass diese Kennzahlen mit der «wahren Ingenieurlücke» mehr oder weniger hoch korreliert sind. Darüber hinaus ermöglichen Sie ein Gesamtbild der Situation, auf dessen Hintergrund die – wie erwähnt unter einer Annahme – berechnete Ingenieurlücke bewertet werden kann. Deuten die indirekten Indikatoren in eine Richtung, welche mit der errechneten Ingenieurlücke nicht konsistent ist, so dürfte die bei der Berechnung der Ingenieurlücke verwendete Annahme für die Schweiz nicht erfüllt sein. Deuten die indirekten Indikatoren allerdings in eine ähnliche Richtung wie die errechnete Ingenieurlücke, so darf dieser ein höheres Vertrauen entgegengebracht werden.

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die einzelnen Indikatoren präsentiert. Dabei wird zuerst die Bedeutung des jeweiligen Indikators für das Phänomen des Ingenieurmangels kurz abgehandelt. In einem zweiten Schritt werden die den Daten zugrunde liegenden Erhebungen kurz vorgestellt. Erst in einem dritten Schritt erfolgt die deskriptive Präsentation der empirischen, quantitativen Ausprägungen der jeweiligen Indikatoren.

## 2.2 Definition «Ingenieur/-in»

Das Thema Ingenieurmangel kann man grundsätzlich aus zwei verschiedenen Perspektiven betrachten. Auf der einen Seite aus der Perspektive des Arbeitsmarktes, auf der anderen Seite aus dem Blickwinkel der Bildung bzw. des Bildungssystems. Je nach Blickwinkel ergeben sich unterschiedliche Definitionen des Ingenieurs bzw. der Ingenieurin. Eine Betrachtung aus dem Blickwinkel des Arbeitsmarktes führt zu einer berufsspezifischen Definition des Ingenieurs bzw. der Ingenieurin. Eine Betrachtung aus dem Bildungsblickwinkel hingegen führt zu einer ausbildungsspezifischen Definition. Komplizierend kommt hinzu, dass eine strikte Unterscheidung zwischen Ingenieuren/-innen und Informatiker/-innen nicht möglich ist. In diesem Sinne gibt es in der schweizerischen Berufsnomenklatur eine Berufsgruppe «Informatikingenieure/-innen». Da Ingenieure/-innen und Informatiker/-innen gleichermaßen dem technischen Humankapital angehören und nicht trennscharf unterschieden werden können, bespricht der Verein «Engineers Shape our Future IngCH» - dessen 28 Mitglieder zu den grössten und namhaftesten Schweizer Unternehmen der Schweizer Industrie gehören - in seiner jährlichen Publikation zur Entwicklung der Anzahl Absolventen/-innen der Ingenieurwissenschaften nicht nur ingenieurwissenschaftliche Fachrichtungen, sondern ebenso Studiengänge der Informatik. Wir werden dieser Betrachtungsweise folgen, indem wir Ingenieure/-innen und Informatiker/-innen jeweils getrennt ausweisen.

Tabelle 1: Denkbare Definitionen des/-r Ingenieurs/-in bzw. des/der Informatikers/-in



Quelle: Eigene Darstellung

An dieser Stelle möchten wir festhalten, dass wir im weiteren Text verkürzt von «Ingenieurabsolventen/-innen» und «Informatikabsolventen/-innen» sprechen werden. Damit sind die Absolvent/-innen von ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen bzw. von Studiengängen der Informatik gemeint.

Mit Blick auf die in den relevanten nationalen und internationalen Datenerhebungen zum Arbeitsmarkt und zum Bildungssystem verfügbaren Variablen bzw. Daten, sind verschiedene Definitionen von «Ingenieur/-in» denkbar. In **Tabelle 1** wurden die verschiedenen Möglichkeiten veranschaulicht. Tabelle 1 unterscheidet die folgenden Personengruppen (siehe Glossar für die Abkürzungen):

- Personengruppe A umfasst erwerbstätige Personen, welche zwar keine höhere Ausbildung (ISCED-Stufen 5A oder 6) haben, dennoch als Ingenieure/-innen (oder Informatiker/-innen) tätig sind.
- Personengruppe B umfasst erwerbstätige Personen, welche über keine höhere Ausbildung verfügen und nicht als Ingenieure/-innen (oder Informatiker/-innen) tätig sind.
- Personengruppe C umfasst erwerbstätige Personen, welche über eine höhere Ausbildung in den ISCED-Feldern 52, 54, 58 (oder 48) verfügen und als Ingenieure/-innen (oder Informatiker/-innen) tätig sind.

■ Personengruppe D umfasst erwerbstätige Personen, welche über eine höhere Ausbildung in den ISCED-Feldern 52, 54, 58 (oder 48) verfügen, jedoch nicht als Ingenieure/-innen (oder Informatiker/-innen) tätig sind.

■ Personengruppe E umfasst erwerbstätige Personen, welche über eine höhere Ausbildung ausserhalb der ISCED-Feldern 52, 54, 58 (oder 48) verfügen, welche aber trotzdem als Ingenieur/in (oder Informatiker/-in) arbeiten.

■ Personengruppe F umfasst erwerbstätige Personen, welche über eine höhere Ausbildung ausserhalb der ISCED-Felder 52, 54, 58 (oder 48) verfügen und nicht als Ingenieure/-innen (oder Informatiker/-innen) arbeiten.

Die ISCED-Felder 58, 5, 52, 54 und 58 sind dabei folgendermassen definiert:

■ ISCED-Feld 48: «Computing» bzw. «Informatik»

■ ISCED-Feld 5: «Engineering, Manufacturing, Construction» bzw. «Ingenieurwesen, Verarbeitendes Gewerbe und Baugewerbe», umfasst die Subgruppen 52, 54 und 58

■ ISCED-Feld 52: «Engineering and engineering trades» bzw. «Ingenieurwesen und technische Berufe»

■ ISCED-Feld 54: «Manufacturing and processing» bzw. «Herstellung und Verarbeitung»

■ ISCED-Feld 58: «Architecture and building» bzw. «Architektur und Baugewerbe»

Basierend auf derart definierten Personengruppen und in Hinblick auf die relevanten verfügbaren Erhebungen zum Arbeitsmarkt und Bildungssystem werden wir im weiteren Text mit folgenden Definitionen arbeiten, welche in Tabelle 1 dargestellt sind:

■ **Definition A.1:** Personen, welche einen Beruf ausüben, welcher der Berufsgruppe «311 Ingenieurberufe» oder der Berufsgruppe «361 Berufe der Informatik» gemäss Schweizer Berufsnomenklatur 2000 zugeordnet werden kann. Dies entspricht den **Personengruppen A, C und E in Tabelle 1**.

■ **Definition A.2:** Personen, welche einen Beruf ausüben, welcher der Berufsgruppe «311 Ingenieurberufe» oder der Berufsgruppe «361 Berufe der Informatik» gemäss Schweizer Berufsnomenklatur 2000 zugeordnet werden kann **UND** welche über eine höchste abgeschlossene Ausbildung an einer höheren Fachschule HTL/HWV, Fachhochschule oder Universität/Hochschule bzw. über einen höchsten Abschluss auf den ISCED-Stufen 5A oder 6<sup>1</sup> verfügen. Dies entspricht den **Personengruppen C und E in Tabelle 1**.

■ **Definition B:** Personen, welche über eine höchste abgeschlossene Ausbildung verfügen, welche der Stufe ISCED 5A oder 6 **UND** den ISCED-Feldern «52 Ingenieurwesen und technische Berufe», «54 Herstellung und Verarbeitung», «58 Architektur und Baugewerbe» oder «48 Informatik» zugeordnet ist. Diese Klassifikation ist international vergleichbar. Dies entspricht den **Personengruppen C und D in Tabelle 1**.

Der Personenkreis gemäss Definition A.2 ist grundsätzlich eine Teilmenge des Personenkreises gemäss Definition A.1. Bezüglich der Definition A.2. muss betont werden, dass diese auch die Personengruppe E enthält: Personen, welche zwar als Ingenieure/-innen (oder Informatiker/-innen) arbeiten und über eine höhere Ausbildung ausserhalb der Ingenieurwissenschaften (oder der Informatik) verfügen. Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass die Personengruppe E im Vergleich zur Personengruppe C sehr

<sup>1</sup> Eine höchste abgeschlossene Ausbildung auf den ISCED-Stufen 5A oder 6 ist identisch mit einer höchsten abgeschlossenen Ausbildung an einer höheren Fachschule HTL/HWV, Fachhochschule oder Universität/Hochschule. Die höheren Fachschulen HWV/HTL, welche in der Schweiz typischerweise dem Bereich 5B zugeteilt wurden, gehören inhaltlich gesehen eigentlich zum Bereich 5A. Aus diesem Grund wurden die Abschlusszahlen bezüglich den höheren Fachschulen HWV/HTL vom Bundesamt für Statistik für internationale Vergleiche (z.B. OECD) dem Bereich ISCED 5A zugeordnet. Im weiteren Text werden wir von **höherer Ausbildung** sprechen. Damit meinen wir einen Abschluss auf den ISCED-Stufen 5A oder 6, was also mit einem Abschluss einer höheren Fachschule HWV/HTL, Fachhochschule oder Universität/Hochschule identisch ist.

klein ist. Weiter unten werden wir ausführen, dass wir den Anteil der Personengruppe E an den Ingenieuren/-innen gemäss Definition A.2. auf rund 13 Prozent schätzen. Dass die Personengruppe E im Vergleich zur Personengruppe C klein ist, gilt zwar für Ingenieure/-innen, nicht aber für Informatiker/-innen, wie wir weiter unten ausführen werden.

Unterschiedliche Definitionen sind notwendig, da Ingenieure/-innen bzw. Informatiker/-innen in den verschiedenen verwendeten Erhebungen nicht immer auf die gleiche Art und Weise identifiziert werden können. Die unterschiedlichen Definitionen entsprechen allerdings auch einer Realität. Denn einerseits gibt es auf dem Arbeitsmarkt ausgebildete Ingenieure/-innen, welche nicht in der Funktion eines Ingenieurs bzw. einer Ingenieurin arbeiten (Personengruppe D in Tabelle 1). Andererseits kann auch festgestellt werden, dass es Personen gibt, welche zwar nicht über eine ingenieurwissenschaftliche Ausbildung verfügen, im Arbeitsmarkt aber dennoch die Funktion eines Ingenieurs bzw. einer Ingenieurin wahrnehmen.

**Tabelle 14** im Anhang gibt basierend auf der Schweizer Volkszählung 2000 einen Überblick über die Grössenordnungen der aus dem Blickwinkel des Arbeitsmarktes definierten Ingenieuren/-innen und Informatikern/-innen. Sie zeigt unter anderem, dass es in der Schweiz im Jahr 2000 112'725 erwerbstätige Personen gab, welche einen Beruf der Berufsgruppe «311 Ingenieurberufe» erlernt haben, davon 105'585 Personen mit einer höheren Ausbildung. Sie zeigt aber auch, dass zur gleichen Zeit nur gerade 54'364 (Definition A.1) bzw. 42'859 (Definition A.2) erwerbstätige Personen einen Beruf dieser Berufsgruppe («311 Ingenieurberufe») ausübten. Dies führt zu der These, dass ein grosser Teil derjenigen Personen, die sich zum Ingenieur bzw. zur Ingenieurin ausbilden liessen, nicht mehr als Ingenieur/-in arbeiten (Personengruppe D in Tabelle 1). **Tabelle 15** im Anhang belegt diese These: Sie zeigt, in welchen Berufsgruppen erlernte Ingenieure/-innen im Jahr 2000 arbeiteten. Insbesondere ist aus dieser Tabelle ersichtlich, dass im Jahr 2000 nur gerade 34.8 Prozent der erlernten Ingenieure/-innen einen Beruf ausübten, welcher der Gruppe «311 Ingenieurberufe» zugeordnet ist. 20.2 Prozent der erlernten Ingenieure/-innen arbeiteten in der Berufsgruppe «11 Unternehmer/-innen, Direktoren/-innen und leitende Beamte/-innen». Immerhin 7.5 Prozent (8'434 erlernte Ingenieure) üben einen Beruf der Gruppe «361 Berufe der Informatik» aus. Diese Zahlen illustrieren eindrücklich, dass der berufliche Werdegang von gelernten Ingenieuren/-innen sehr unterschiedlich verläuft und oft vom angestammten erlernten Feld wegführen. Dies deutet einerseits daraufhin, dass eine ausgeprägte Nachfrage nach Ingenieuren/-innen ausserhalb der ingenieurwissenschaftlichen Stammbereufen besteht. Andererseits zeigen die Zahlen, dass die Karrieren-Mobilität von Ingenieuren/-innen hoch ist, obwohl diese Karrieren-Mobilität von angehenden Studierenden als tief eingeschätzt wird (siehe z.B. Hemmo 2005).

Tabelle 14 zeigt auch, dass sich die Situation hinsichtlich der Informatiker gerade umgekehrt darstellt: Einen Beruf der Gruppe «361 Berufe der Informatik» hatten im Jahr 2000 nur gerade 21'572 Personen bzw. 5'892 Personen mit einer höheren Ausbildung erlernt. Demgegenüber waren im Jahr 2000 74'742 (Definition A.1) erwerbstätige Personen bzw. 20'319 (Definition A.2) erwerbstätige Personen mit einer höheren Ausbildung in der Berufsgruppe «361 Berufe der Informatik» tätig. Die zu jener Zeit sehr hohe Nachfrage nach Informatikern/-innen führte offenbar dazu, dass auch erwerbstätige Personen mit anderen erlernten Berufen als Informatiker/-innen arbeiteten. **Tabelle 16** im Anhang zeigt, welche erlernten Berufe diejenigen erwerbstätigen Personen aufwiesen, die im Jahr 2000 als Informatiker/-in arbeiteten. Sie zeigt insbesondere, dass 39.6 Prozent (8'041 Personen) der erwerbstätigen Personen mit höherer Ausbildung, die im Jahr 2000 als Informatiker/-in arbeiteten, einen Beruf der Gruppe «311 Ingenieurberufe» erlernt haben. Personen mit einer ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung spielten für die Befriedigung der Nachfrage nach «akademischen Informatikern/-innen» im Jahr 2000 offenbar eine grosse Rolle, da nicht genügend «erlernte Informatiker/-innen» zur Verfügung standen.

Eine letzte wichtige Beobachtung ist die folgende: Im Jahr 2000 übten 42'859 Personen mit einer höheren Ausbildung einen Beruf der Gruppe «311 Ingenieurberufe» aus (s. Tabelle 14: diese Zahl entspricht der Definition A.2). Von diesen 42'859 erwerbstätigen Personen mit einer höheren Ausbildung waren die meisten, nämlich 37'182 solche, welche erstens eine höhere Ausbildung abgeschlossen haben und zweitens einen Ingenieur-Beruf erlernt haben (s. Tabelle 15 im Anhang). Die Differenz von nur 5'677 sind Personen mit einer höheren Ausbildung, welche im Jahr 2000 zwar als Ingenieure arbeiteten, den Beruf Ingenieur jedoch nicht erlernt haben. Diese 5'677 Personen können als Schätzwert für die Grösse der Personengruppe E in Tabelle 1 bezeichnet werden. Die 5'677 Personen mit einer höheren Ausbildung, welche den Ingenieurberuf nicht erlernt haben und trotzdem als Ingenieure/-innen arbeiten, machen nur gerade 13% der Menge der Ingenieure/-innen gemäss Definition A.2 aus.

Dies führt letztlich zu den beiden folgenden bedeutsamen Feststellungen, die zusammengekommen einen allfälligen Ingenieurmangel begünstigen könnten:

■ **Erstens** werden erlernte Ingenieure/-innen offenbar auch für Berufe nachgefragt, welche ausserhalb von Ingenieur-Berufen angesiedelt sind. Insbesondere können Ingenieure/-innen auch Berufe der Gruppe «361 Berufe der Informatik», welche eine höhere Ausbildung voraussetzen, ausüben.

■ **Zweitens** kommen für Ingenieur-Arbeiten (fast) nur erlernte Ingenieure/-innen in Frage. Für erlernte Ingenieure/-innen gibt es kaum Substitute.

Da wir im weiteren Text unterschiedliche, oben aufgeführte Definitionen verwenden, werden wir stets beschreiben, auf welcher Definition die präsentierten Daten beruhen.



## 2.3 Bestimmung der Ingenieurlücke

In diesem Abschnitt wird versucht, den Ingenieurmangel als Differenz zwischen offenen Stellen für Ingenieur/innen und stellensuchenden Ingenieur/innen direkt zu quantifizieren. Diese Differenz wird auch als Ingenieurlücke bezeichnet, da sie angibt, wie viele Ingenieur/innen auf dem Arbeitsmarkt fehlen.

### 2.3.1 Stellensuchende Ingenieure/-innen

Stellensuchende Ingenieure/-innen können als indirekter Indikator des Ingenieurmangels bezeichnet werden. Die Anzahl stellensuchende Ingenieure/-innen resultiert schlussendlich aus dem Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage. Dennoch kann diese Kennzahl als das kurzfristig verfügbare Angebot an Ingenieuren/-innen für den Arbeitsmarkt interpretiert werden. Aufgrund von ökonomischen Plausibilitätsüberlegungen kann davon ausgegangen werden, dass die Kennzahl «stellensuchende Ingenieure/-innen» mit einem allfälligen Ingenieurmangel hoch negativ korreliert ist. Dahingehende besagt die arbeitsmarktökonomische Logik: je stärker der Ingenieurmangel ausfällt, desto weniger stellensuchende Ingenieure/-innen gibt es. Und umgekehrt: je weniger stellensuchende Ingenieure/-innen es gibt, desto ausgeprägter dürfte der Ingenieurmangel sein. Die in diesem Abschnitt präsentierten Zahlen der stellensuchenden Ingenieuren/-innen basieren auf der Definition A.2. Die Daten entstammen der Arbeitsmarktstatistik des Staatssekretariats für Wirtschaft SECO<sup>2</sup>.

**Abbildung 1** zeigt die indexierte Entwicklung der stellensuchenden Ingenieuren/-innen und Informatiker/-innen (gemäss Definition A.2), der Stellensuchenden mit einer höheren Ausbildung sowie aller stellensuchenden Personen für die Schweiz von Januar 2004 bis April 2008. Es ist sofort ersichtlich, dass seit Januar 2004 die Abnahme der stellensuchenden Ingenieure/-innen und Informatiker/-innen stärker ausgefallen ist als die Abnahme der beiden Referenzgruppen «Stellensuchende mit höherer Ausbildung» bzw. «Stellensuchende Total». Zwischen Januar 2004 und April 2008 betrug die Abnahme der stellensuchenden Ingenieure/-innen und der stellensuchenden Informatiker/-innen rund 60 Prozent. Diese prozentuale Abnahme betrug bei allen stellensuchenden Personen sowie bei den stellensuchenden Personen mit einer höheren Ausbildung «nur gerade» 30%.

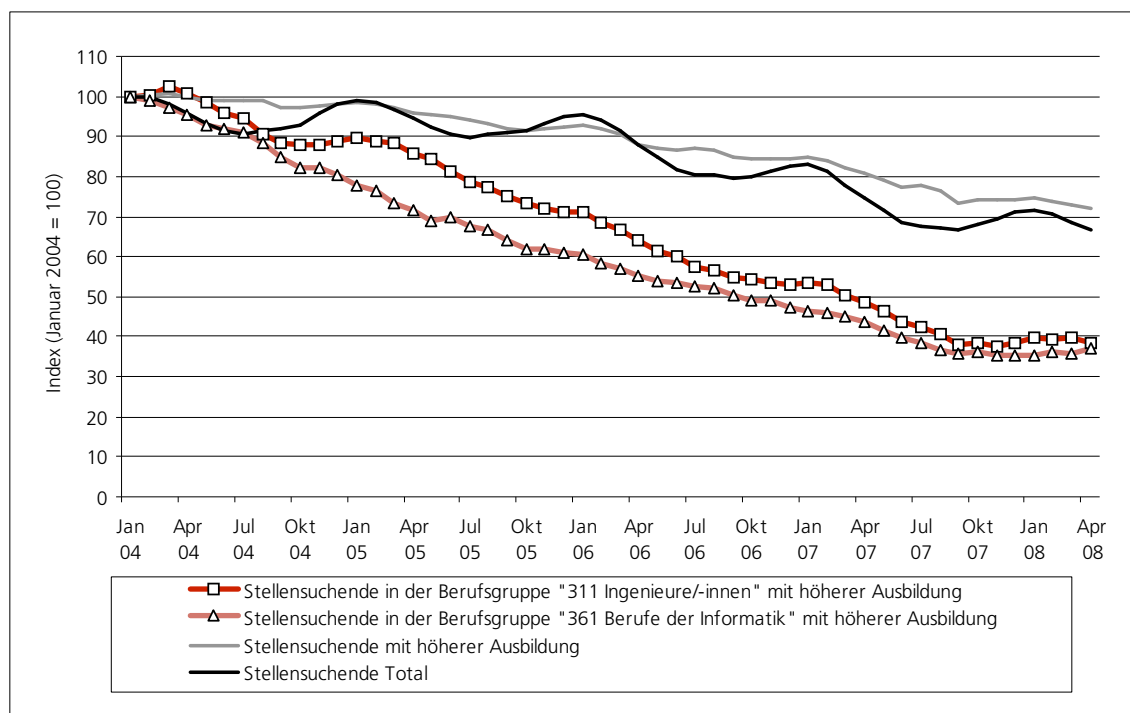
**Abbildung 2** zeigt für dieselbe Periode die absolute Entwicklung stellensuchender Ingenieure/-innen und Informatiker/-innen für Schweiz, **Abbildung 3** für den Kanton Graubünden. In der Schweiz gab es anfangs 2004 noch rund 2'000 stellensuchende Ingenieure/-innen bzw. 1'300 Informatiker/-innen. Im ersten Quartal des Jahres 2008 waren es monatsdurchschnittlich nur noch rund 800 stellensuchende Ingenieure/-innen bzw. 500 Informatiker/-innen. Für den Kanton Graubünden zeigt sich bezüglich den Ingenieuren/-innen ein analoges Bild: die registrierten Stellensuchenden fielen von rund 15 auf rund 5. Bei den Informatiker/-innen ist im Kanton Graubünden in dieser Periode keine Rückgang beobachtbar: während der ganzen Periode gab es monatsdurchschnittlich rund 2 stellensuchende Informatiker/-innen.

Insgesamt zeigt die Entwicklung der stellensuchenden Ingenieuren/-innen und der stellensuchenden Informatiker/-innen, dass das kurzfristig verfügbare Angebot an Ingenieuren/-innen bzw. Informatiker/-innen in der beobachteten Periode stark und im Vergleich zum kurzfristig verfügbaren Gesamtangebot an Erwerbswilligen überdurchschnittlich abgenommen hat. Auf dem Hintergrund einer negativen Korrelation zwischen stellensuchenden Ingenieuren/-innen und dem Ingenieurmangel kann diese Entwicklung als Hinweis interpretiert werden, dass sich ein allfälliger Ingenieurmangel zwischen Januar 2004 und April 2008 sicherlich akzentuiert haben dürfte.

<sup>2</sup> Für weiterführende Informationen zur Arbeitsmarktstatistik siehe <http://www.amstat.ch>

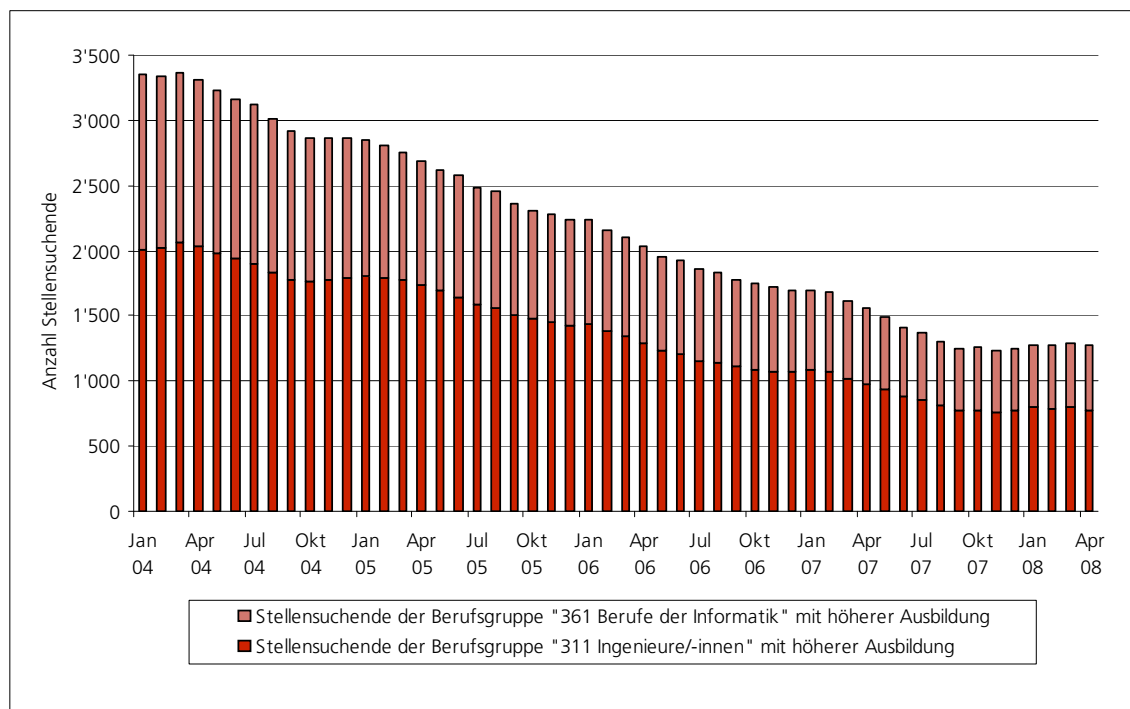


Abbildung 1: Indexierte Entwicklung stellensuchender Ingenieure/-innen und Informatiker/-innen mit höherer Ausbildung (Definition A.2), Stellensuchender mit höherer Ausbildung und Stellensuchender Total, Schweiz



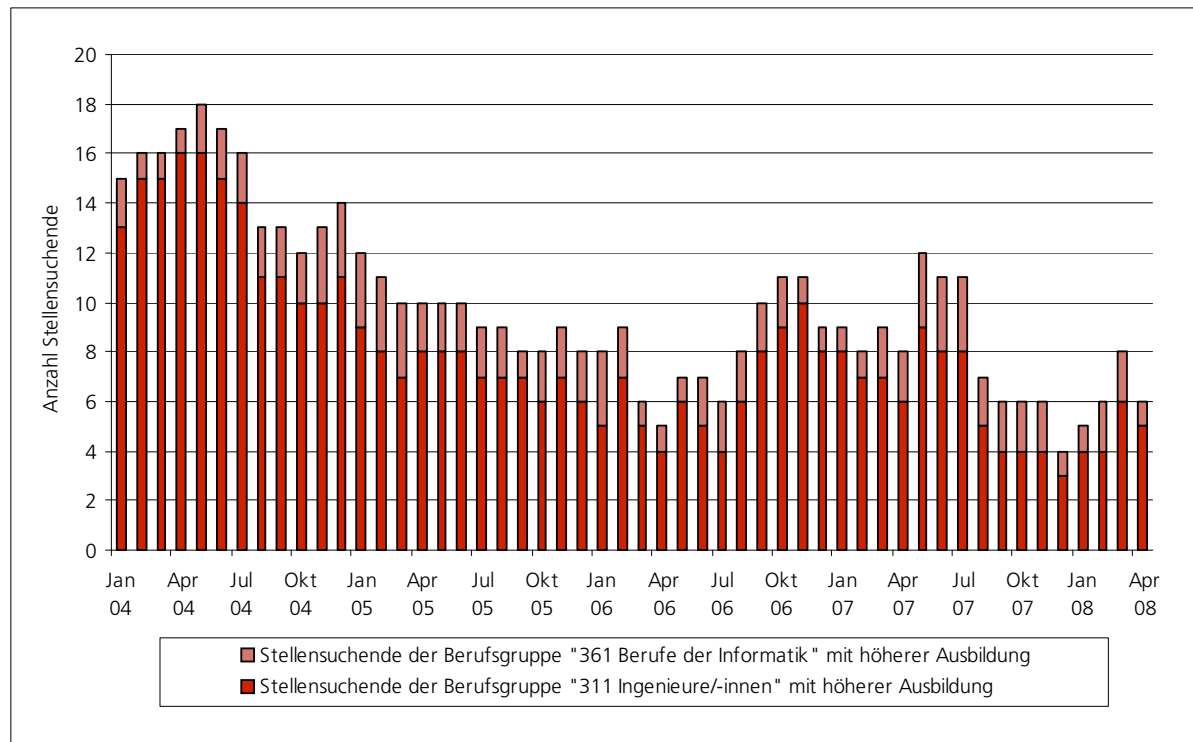
Anmerkungen: Höhere Ausbildung: höhere Fachschule HTL/HWV, Fachhochschule oder Universität  
Quelle: Arbeitsmarktstatistik (SECO); eigene Darstellung

Abbildung 2: Stellensuchende Ingenieure/-innen und Informatiker/-innen (Definition A.2), Schweiz



Anmerkungen: Höhere Ausbildung: höhere Fachschule HTL/HWV, Fachhochschule oder Universität  
Quelle: Arbeitsmarktstatistik (SECO); eigene Darstellung

Abbildung 3: Stellensuchende Ingenieure/-innen und Informatiker/-innen (Definition A.2), Kanton Graubünden



Anmerkungen: Höhere Ausbildung: höhere Fachschule HTL/HWV, Fachhochschule oder Universität  
 Quelle: Arbeitsmarktstatistik (SECO); eigene Darstellung

### 2.3.2 Registrierte offene Ingenieursstellen

Registrierte offene Ingenieursstellen können als indirekter Indikator des Ingenieurmangels bezeichnet werden. Die Anzahl offener Ingenieursstellen resultiert schlussendlich aus dem Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage, was auch für die registrierten offenen Stellen gelten dürfte. Dennoch kann die Kennzahl «registrierte offene Ingenieursstellen» in einer kurzfristigen Betrachtung als Indikator der Nachfrage des Arbeitsmarktes nach Ingenieuren/-innen interpretiert werden. Die Anzahl offener registrierter Ingenieursstellen misst aber auf keinen Fall die gesamte Nachfrage des Arbeitsmarktes. Dies deshalb, weil davon ausgegangen werden muss, dass nur ein Bruchteil der offenen Ingenieursstellen gemeldet und registriert werden. Für Deutschland konnte Koppel (2008) empirisch eine Meldequote von 12.9 Prozent feststellen. Wie hoch die Meldequote für die Schweiz ist, lässt sich zurzeit aufgrund mangelnder Daten nicht feststellen. Allerdings kann aufgrund von ökonomischen Plausibilitätsüberlegungen davon ausgegangen werden, dass die Kennzahlen «(registrierte) offene Ingenieursstellen» mit einem allfälligen Ingenieurmangel hoch positiv korreliert sind. Dahingehend besagt die arbeitsmarktökonomische Logik: Je stärker der Ingenieurmangel ausfällt, desto mehr (registrierte) offene Ingenieursstellen gibt es. Und umgekehrt: Je mehr (registrierte) offene Ingenieursstellen es gibt, desto ausgeprägter dürfte der Ingenieurmangel sein.

Die in diesem Abschnitt präsentierten Zahlen der registrierten offenen Ingenieursstellen basieren auf der Definition A.1. Ein Ausweis offener Stellen gemäss Definition A.2 ist nicht möglich, da nicht verfügbar. Die Daten entstammen der Arbeitsmarktstatistik des Staatssekretariats für Wirtschaft SECO.

**Abbildung 4** zeigt die indexierte Entwicklung der registrierten offenen Stellen in den Berufsgruppen «311 Ingenieurberufe» und «361 Berufe der Informatik» im Vergleich zu allen offenen registrierten Stel-

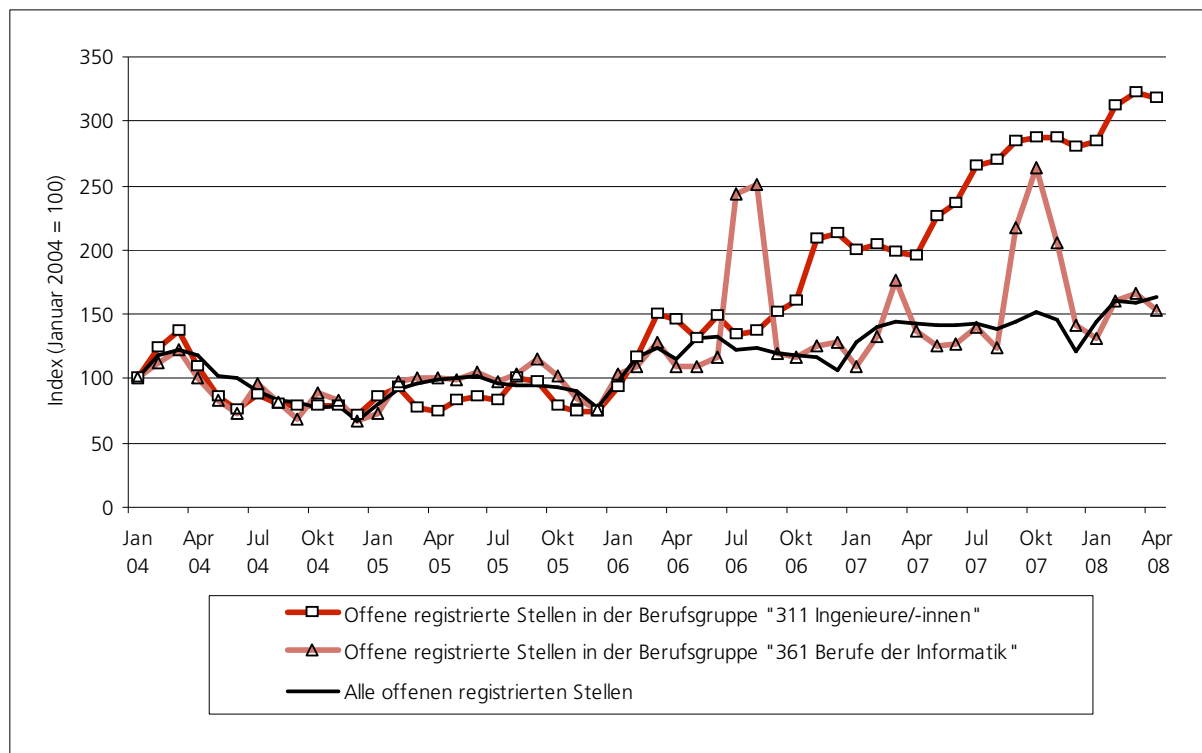
len. Ungefähr bis Ende 2005 entwickelten sich die registrierten offenen Ingenieursstellen und Informatikerstellen parallel zur Gesamtheit der registrierten offenen Stellen. Alle drei Kennzahl pendelten um den Indexwert 100. Ab Januar 2006 ist eine Zunahme der offenen registrierten Stellen zu beobachten, welche auf konjunkturelle Ursachen zurückzuführen ist. Zu diesem Zeitpunkt koppelte sich auch die Entwicklung der offenen registrierten Ingenieursstellen von der Entwicklung auf dem Gesamtarbeitsmarkt ab. Während der Index aller registrierten offenen Stellen bis April 2008 um rund 50 Prozent anwuchs, stieg der Index der offenen registrierten Ingenieursstellen um rund 320 Prozent. Die offenen Informatikerstellen entwickelten sich parallel zum Gesamt aller offenen Stellen. Leider kann die Entwicklung der offenen Informatikerstellen, welche einen höheren Abschluss voraussetzen (Definition A.2) nicht ausgewiesen werden. Dies wäre deshalb interessant, weil Tabelle 14 im Anhang zeigt, dass die Personengruppe der Ingenieure/-innen gemäss Definition A.1 nur marginal von derjenigen gemäss Definition A.2 abweicht, was für die Informatiker/-innen nicht zutrifft: von den 74'742 (Definition A.1) Informatikern/-innen im Jahr 2000 verfügten nur 20'319 (Definition A.2) über eine höhere Ausbildung (Ingenieure/-innen: 54'364 (Definition A.1) vs. 42'859 (Definition A.2)). Lapidar ausgedrückt: Informatiker/-in nennt sich creti und pleti, nicht aber Ingenieur/-in. Insofern richten sich die registrierten offenen Informatikerstellen an ein viel heterogeneres Feld bezüglich Qualifikationen als dies bei den registrierten offenen Ingenieursstellen der Fall ist. Gut möglich, dass die Anzahl registrierter offener Informatikerstellen, welche eine höhere Ausbildung voraussetzen, ähnlich wie die Anzahl registrierter offener Ingenieursstellen verlaufen würde.

**Abbildung 5** zeigt die Entwicklung der absoluten Anzahl registrierter offener Ingenieursstellen für die Schweiz. Sie zeigt, dass die Anzahl registrierter offener Ingenieursstellen zwischen Januar 2004 und April 2008 von rund 150 auf 550 angewachsen ist.

**Abbildung 6** zeigt die Entwicklung der absolute Anzahl registrierter offener Ingenieursstellen im Kanton Graubünden. Ein Vergleich mit Abbildung 5, welche die Entwicklung für die ganze Schweiz zeigt, macht deutlich, dass der Anstieg der registrierten offenen Ingenieursstellen im Kanton Graubünden bereits etwas früher als in der Schweiz, nämlich etwa ab dem 3. Quartal 2005 einsetzte. Zwischen Januar 2004 und Juni 2005 waren im Kanton Graubünden jeweils zwischen 0 und 2 offene Ingenieursstellen registriert. Bis und mit Oktober 2006 stieg die Anzahl registrierter offener Ingenieursstellen in der Folge auf rund 10 registrierte Stellen. Per November 2006 manifestierte sich ein massiver Anstieg auf rund 50 registrierte offene Ingenieursstellen, der bis November 2007 andauerte. Unsere Abklärungen haben ergeben, dass dieser ruckartige Anstieg auf ein Unternehmen in Österreich zurückzuführen ist, welches erwägte, sich im Kanton Graubünden niederzulassen und aus diesem Grund vierzig Software-Ingenieure/-innen suchte. Das Unternehmen war nicht in der Lage, die Stellen zu besetzen, weshalb es von einer Niederlassung im Kanton Graubünden absah, so dass per Dezember 2007 die Anzahl registrierter offener Ingenieursstellen im Kanton Graubünden wieder auf das ursprüngliche Niveau von rund 10 offenen Stellen sank. Die Tatsache, dass dieses österreichische Unternehmen nicht in der Lage war, 40 Software-Ingenieure zu rekrutieren, macht im Sinne einer beispielhaften Anekdote deutlich, dass zu dieser Zeit im Kanton Graubünden ein Ingenieurmangel Tatsache war.

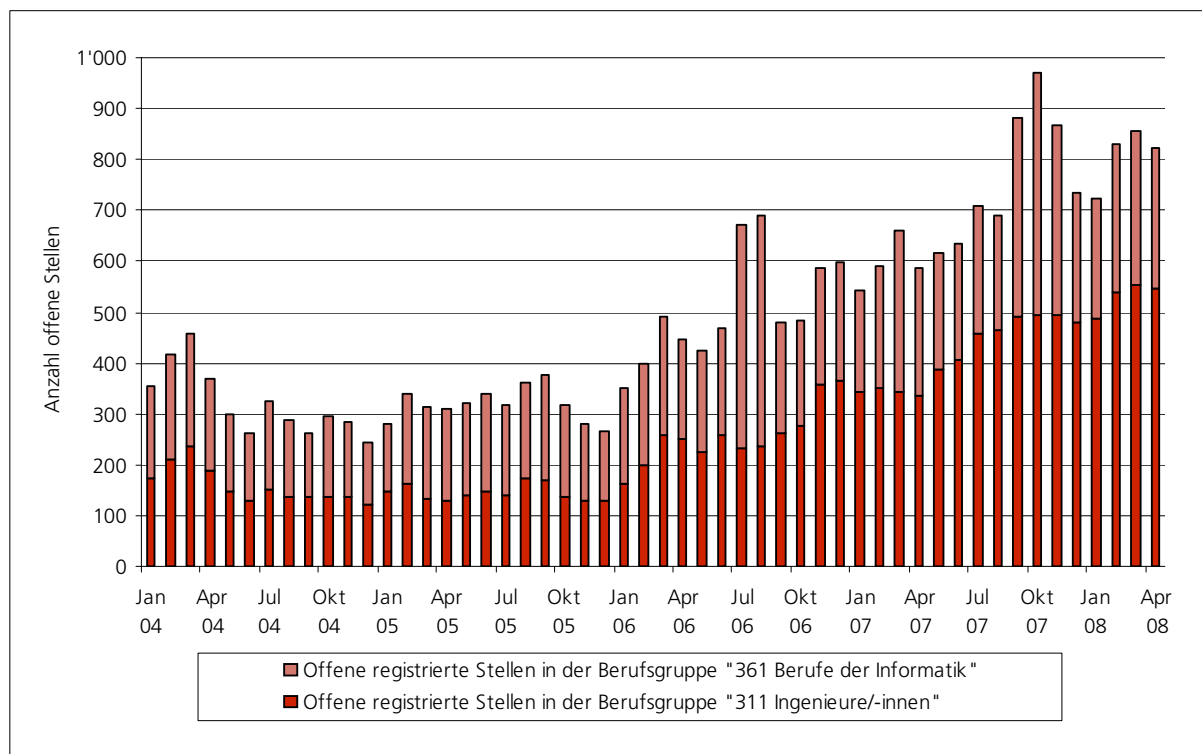
Insgesamt zeigt die Entwicklung der offenen registrierten Ingenieursstellen, dass die Nachfrage nach Ingenieuren/-innen sowohl in der Schweiz als auch im Kanton Graubünden zwischen Januar 2004 und April 2008 stark gestiegen ist, wobei der Anstieg auf nationaler Ebene ab dem Januar 2006, im Kanton Graubünden bereits ab dem Juli 2005 stattgefunden hat. Auf dem Hintergrund der postulierten positiven Korrelation zwischen registrierten offenen Ingenieursstellen und dem Ingenieurmangel kann diese Entwicklung als Hinweis interpretiert werden, dass sich ab dem Januar 2006 in der Schweiz bzw. ab dem Juli 2005 im Kanton Graubünden ein Ingenieurmangel bemerkbar machte, der sich bis April 2008 stetig verschärfte.

Abbildung 4: Indexierte Entwicklung aller registrierten offenen Stellen und der registrierten offenen Ingenieurs- und Informatikerstellen (Definition A.1).



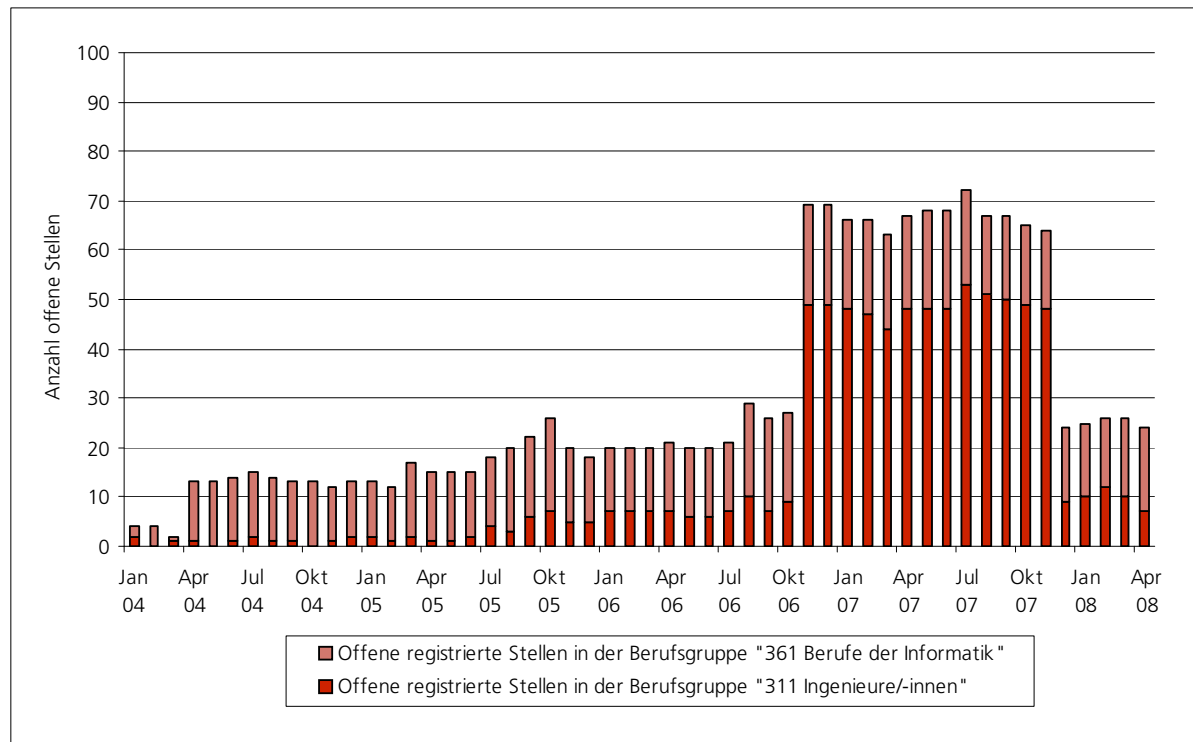
Quelle: Arbeitsmarktstatistik (SECO)

Abbildung 5: Offene registrierte Stellen in den Berufsgruppen «311 Ingenieure/-innen» und «361 Berufe der Informatik» (Definition A.1), Schweiz



Quelle: Arbeitsmarktstatistik (SECO)

Abbildung 6: Offene registrierte Stellen in den Berufsgruppen «311 Ingenieure/-innen» und «361 Berufe der Informatik» (Definition A.1), Kanton Graubünden



Quelle: Arbeitsmarktstatistik (SECO)

### 2.3.3 Entwicklung der Ingenieurücke in der Schweiz

Koppel (2008) folgend, verstehen wir unter der Ingenieurücke zum Zeitpunkt  $t$  die Differenz zwischen der Nachfrage nach Ingenieuren/-innen durch die Schweizer Wirtschaft und dem Angebot an verfügbaren Ingenieuren/-innen zum diesem Zeitpunkt. Das Angebot an verfügbaren Ingenieuren/-innen kann durch die Anzahl stellensuchender Ingenieure/-innen gemessen werden. Die entsprechenden Daten haben wir im Abschnitt 2.3.1 präsentiert. Die Nachfrage nach Ingenieuren/-innen wiederum ist durch die Anzahl offener Ingenieursstellen gegeben. Diese Anzahl kennen wir nicht. Allerdings kennen wir die Anzahl **registrierter** offener Ingenieursstelle – wie im Abschnitt 2.3.2 dargestellt. Um die Anzahl registrierter offener Ingenieursstellen auf die Anzahl offener Ingenieursstellen hochzurechnen, müssten wir die Meldequote bezüglich offener Ingenieursstellen kennen. Diese kennen wir nicht. Koppel (2008) hat für Deutschland diese Meldquote empirisch erhoben. Sie beträgt für Deutschland 12.9 Prozent, was einem Hochrechnungsfaktor von 7.7 entspricht. Um dennoch für die Schweiz die Ingenieurücke bestimmen zu können, treffen wir die Annahme, dass die Meldequote für offene Ingenieursstellen auch in der Schweiz konstant über die Zeit 12.9 Prozent beträgt. In diesem Sinne rechnen wir die registrierten offenen Ingenieursstellen mit dem Faktor 7.7 hoch, um die Gesamtheit der offenen Ingenieursstellen in der Schweiz zu erhalten. Im Abschnitt 2.3.4 werden wir die Plausibilität dieser Annahme diskutieren. Eine derart berechnete Lücke werden wir nur für die Berufsgruppe «311 Ingenieurberufe», nicht aber für die Berufsgruppe «361 Berufe der Informatik» ausweisen. Dies deshalb, weil letztere bezüglich Qualifikation zu heterogen ist und die Anzahl offener registrierter Informatikerstellen, welche eine höhere Ausbildung voraussetzen, nicht bekannt ist.

**Abbildung 7** zeigt die Entwicklung der registrierten offenen Ingenieursstellen, der mit dem Faktor 7.7 hochgerechneten offenen Ingenieursstellen sowie der stellensuchenden Ingenieuren/-innen gemäss den Definitionen A.1 und A.2. Die Ingenieurslücke in einem Monat  $t$  ist gegeben durch die Differenz zwischen den hochgerechneten offenen registrierten Ingenieursstellen und den stellensuchenden Ingenieuren gemäss Definition A.1<sup>3</sup>. Sie zeigt, dass erstmals im März 2006 die Anzahl offener Ingenieursstellen die Anzahl stellensuchender Ingenieure gemäss Definition A.1 übertrifft (die beiden Kurven kreuzen sich) und damit in diesem Monat zum ersten Mal eine Ingenieurslücke festgestellt werden kann.

**Abbildung 8** zeigt die Entwicklung der Ingenieurslücke, d.h. die Differenz zwischen hochgerechneten offenen Ingenieursstellen und der stellensuchenden Ingenieuren/-innen (gemäss Definition A.1). Im Januar 2004 gab es noch rund 1'800 mehr stellensuchende Ingenieure als offene Ingenieursstellen. Diese damals noch positive Ingenieurslücke verringerte sich kontinuierlich und hatte erstmals im März 2006 ein negatives Vorzeichen. Seit dem März 2006 vergrösserte sich die Ingenieurslücke zunehmend: im April 2008 betrug die Ingenieurslücke -3'056, d.h. es fehlten zu dieser Zeit rund 3'000 Ingenieure/-innen.

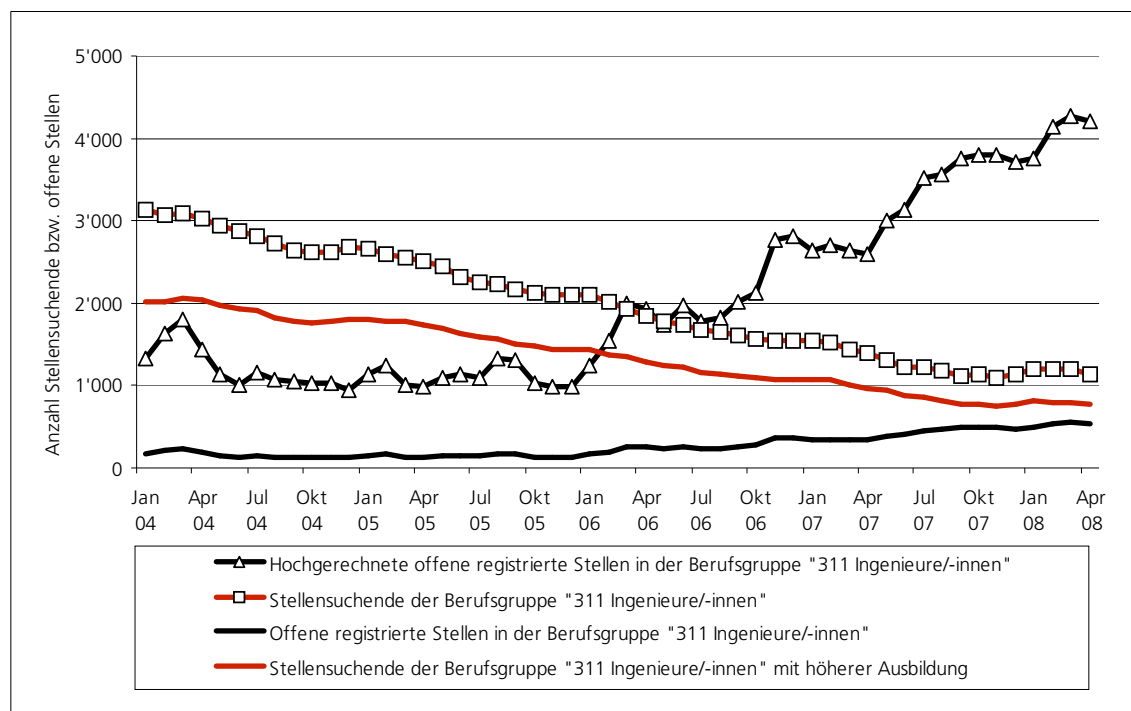
**Abbildung 9** zeigt jedoch, dass nicht alle Ingenieure/-innen gleichermassen von dieser Ingenieurslücke betroffen sind. Sie illustriert eindrücklich, dass insbesondere Elektroingenieure/-innen und Maschineningenieure/-innen fehlen. Diese beiden Ingenieurstypen bestreiten rund zwei Drittel der gesamten Ingenieurslücke. Substantielle Ingenieurslücken sind auch bei den Informatikingenieuren/-innen sowie den Bauingenieuren/-innen zu beobachten.

**Abbildung 10** zeigt die Entwicklung der Ingenieurslücke im Kanton Graubünden. Im Kanton Graubünden manifestiert sich eine Ingenieurslücke bereits etwas früher als auf nationaler Ebene, nämlich erstmals im Juli 2005. Im April 2008 fehlten im Kanton Graubünden 42 Ingenieure/-innen.

**Abbildung 11** schliesslich vergleicht das Ausmass der Ingenieurslücke in der Periode Januar – April 2008 zwischen den verschiedenen Kantonen. Hierzu wurde ein Index gebildet, dem die kantonale Ingenieurslücke sowie die Grösse der kantonalen Bevölkerung zugrunde liegen. Der Index wurde dabei so gebildet, dass er für die Schweiz 100 beträgt. Ein kantonaler Index von über 100 bedeutet, dass im Vergleich zur Schweiz in dem entsprechenden Kanton im ersten Trimester 2008 die Ingenieurslücke ausgeprägter war. Die Abbildung illustriert, dass insbesondere im Kanton Aargau die Ingenieurslücke äusserst ausgeprägt ist. Der Kanton Graubünden gehört zu den 5 Kantonen, in welchen der Ingenieurmangel am ausgeprägtesten ist.

<sup>3</sup> Die registrierten offenen Ingenieursstellen beziehen sich nicht nur (aber wohl fast nur) an Ingenieure/-innen mit einer höheren Ausbildung, weshalb den offenen Stellen die stellensuchende Ingenieure gemäss Definition A.1 (alle stellensuchende Ingenieure, nicht nur diejenige mit einer höheren Ausbildung) gegenüber gestellt werden müssen. Der Vollständigkeit halber sind in Abbildung 7 auch die stellensuchenden Ingenieure/-innen mit einer höheren Ausbildung dargestellt. Für die grundsätzlichen Erkenntnisse spielt es keine Rolle, ob die Ingenieurslücke basierend auf den stellensuchenden Ingenieuren gemäss Definition A.1 oder gemäss Definition A.2 berechnet wird. Wir werden im weiteren die Ingenieurslücke basierend auf der Definition A.1 darstellen. Die Ingenieurslücke basierend auf der Definition A.2 würde noch früher eintreten und wäre noch grösser.

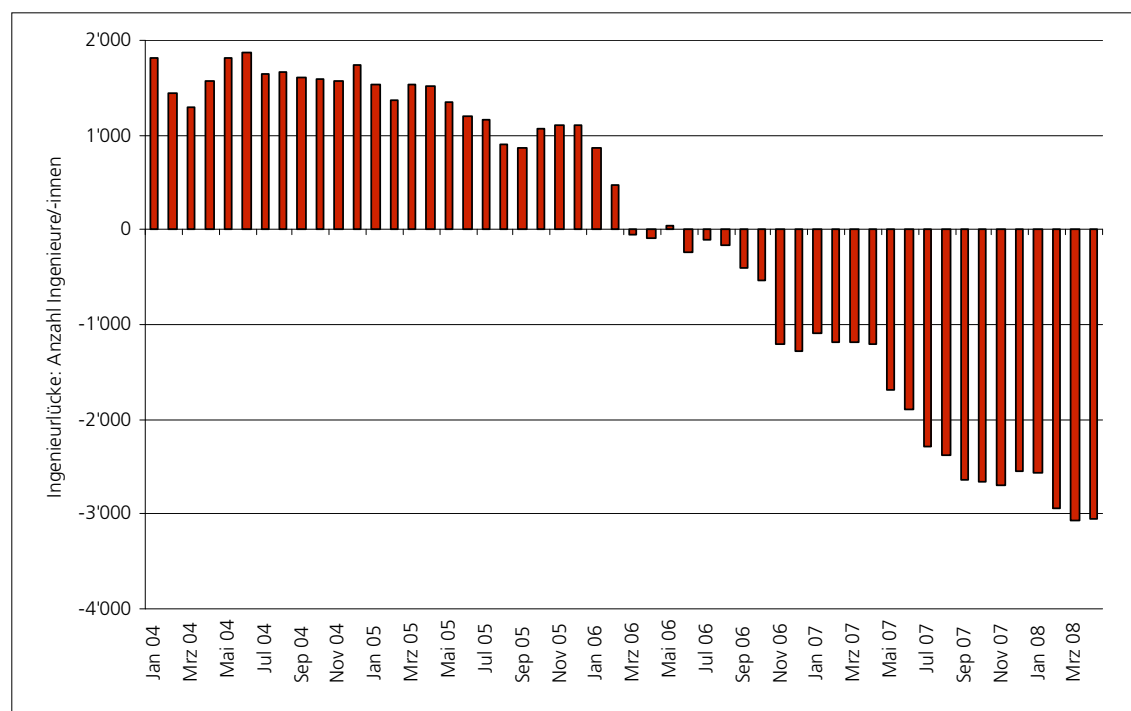
Abbildung 7: Offene Stellen und Stellensuchende in der Berufsgruppe «311 Ingenieure/-innen», Schweiz



Anmerkungen: Die hochgerechneten offenen Stellen basieren auf der von Koppel (2008) für Deutschland empirisch ermittelten Meldequote für offene Ingenieursstellen in der Höhe von 12.9 Prozent. Höhere Ausbildung: Höhere Fachschule HTL/HWV, Fachhochschule oder Universität

Quelle: Arbeitsmarktstatistik (SECO); eigene Berechnungen; eigene Darstellung.

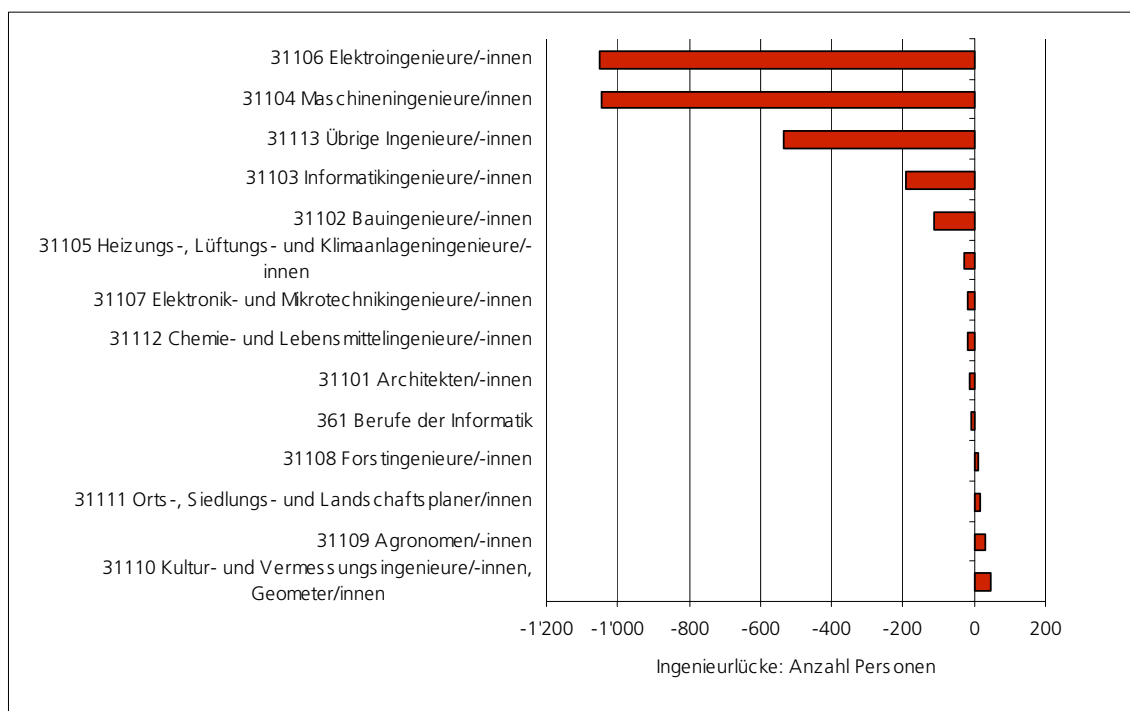
Abbildung 8: Entwicklung der Ingenieurücke in der Schweiz (nur Berufsgruppe «311 Ingenieure/-innen»)



Anmerkungen: Die zugrundeliegenden offenen registrierten Stellen und Stellensuchende beziehen sich in dieser Grafik auf die Berufsgruppe «311 Ingenieure/-innen» (ohne die Berufsgruppe «361 Berufe der Informatik»). Der Ingenieurücke liegt Definition A.1 und ein Hochrechnungsfaktor von 7.7 zugrunde.

Quelle: Arbeitsmarktstatistik (SECO); eigene Berechnungen; eigene Darstellung

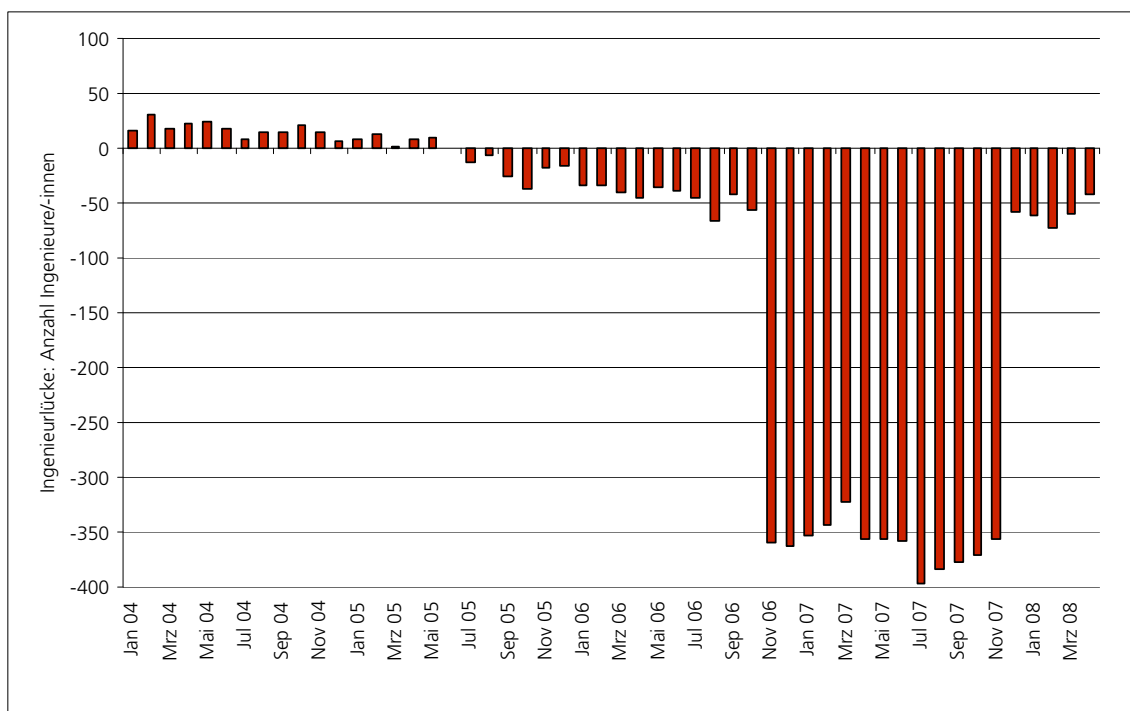
Abbildung 9: Durchschnittliche monatliche Ingenieurücke nach Ingenieurstypen, Januar – April 2008



Anmerkungen: Die zugrundeliegenden offenen registrierten Stellen und Stellensuchende beziehen sich in dieser Grafik auf die Berufsgruppe «311 Ingenieure/-innen» (ohne die Berufsgruppe «361 Berufe der Informatik»). Periode: Januar – April 2008. Der Ingenieurücke liegt Definition A.1 und ein Hochrechnungsfaktor von 7.7 zugrunde.

Quelle: Arbeitsmarktstatistik (SECO); eigene Berechnungen; eigene Darstellung

Abbildung 10: Ingenieurücke im Kanton Graubünden (nur Berufsgruppe «311 Ingenieure/-innen»)

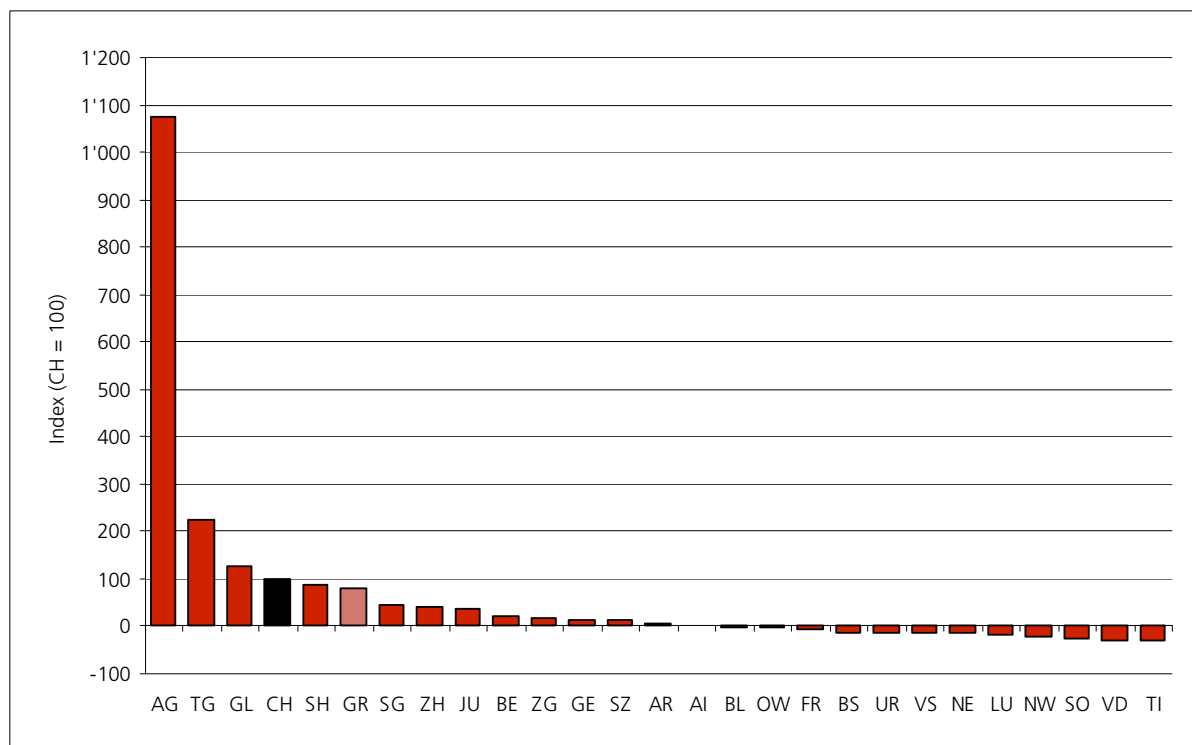


Anmerkungen: Die zugrundeliegenden offenen registrierten Stellen und Stellensuchende beziehen sich in dieser Grafik auf die Berufsgruppe «311 Ingenieure/-innen» (ohne die Berufsgruppe «361 Berufe der Informatik»). Der Ingenieurücke liegt Definition A.1 und ein Hochrechnungsfaktor von 7.7 zugrunde.

Quelle: Arbeitsmarktstatistik (SECO); eigene Berechnungen; eigene Darstellung



Abbildung 11: Stärke der Ingenieurlücke im interkantonalen Vergleich, Basis: Januar – April 2008



Anmerkungen: Die zugrundeliegenden offenen registrierten Stellen und Stellensuchende beziehen sich in dieser Grafik auf die Berufsgruppe «311 Ingenieure/-innen» (ohne die Berufsgruppe «361 Berufe der Informatik»). Die dem Index zugrundeliegende Ingenieur-lücke liegt Definition A.1 und ein Hochrechnungsfaktor von 7.7 zugrunde. Für die Indexbildung wurden die kantonalen absoluten Ingenieur-lücken mit der Anzahl Einwohner im Kanton 2006 (Statistisches Lexikon, BfS) in Beziehung gesetzt. Ein Index kleiner als 0 bedeutet eine positive Ingenieur-lücke bzw. kein Ingenieur-mangel.

Quelle: Arbeitsmarktstatistik (SECO), Statistisches Lexikon (BfS); eigene Berechnungen; eigene Darstellung.

### 2.3.4 Plausibilisierung der Annahme

Um die Ingenieur-lücke zu berechnen, wurden die offenen registrierten Ingenieursstellen mit dem von Koppel (2008) empirisch für Deutschland erhobenen Faktor von 7.7 hochgerechnet, um die Gesamtheit der offenen Ingenieursstellen zu erhalten. Das Ausmass der derart bestimmten Ingenieur-lücke der Schweiz ist stark abhängig von diesem Faktor.

**Abbildung 12** zeigt für den Monat April 2008 die Ingenieur-lücke für unterschiedliche Hochrechnungsfaktoren. Sie zeigt insbesondere, dass bereits ab einem Hochrechnungsfaktor von 2.1 (dies entspricht einer Meldequote für offene Ingenieursstellen in der Höhe von 47.6 Prozent) für die Schweiz im April 2008 eine negative Ingenieur-lücke resultiert. Dass knapp die Hälfte der offenen Ingenieursstellen in der Schweiz gemeldet und von den Arbeitsämtern registriert werden, kann allerdings aufgrund einiger einfachen Überlegungen ausgeschlossen werden. Darüber hinaus zeigen diese Überlegungen, dass der Hochrechnungsfaktor von 7.7 bzw. eine Meldequote von 12.9 Prozent für die Schweiz keine schlechte Schätzung darstellt.

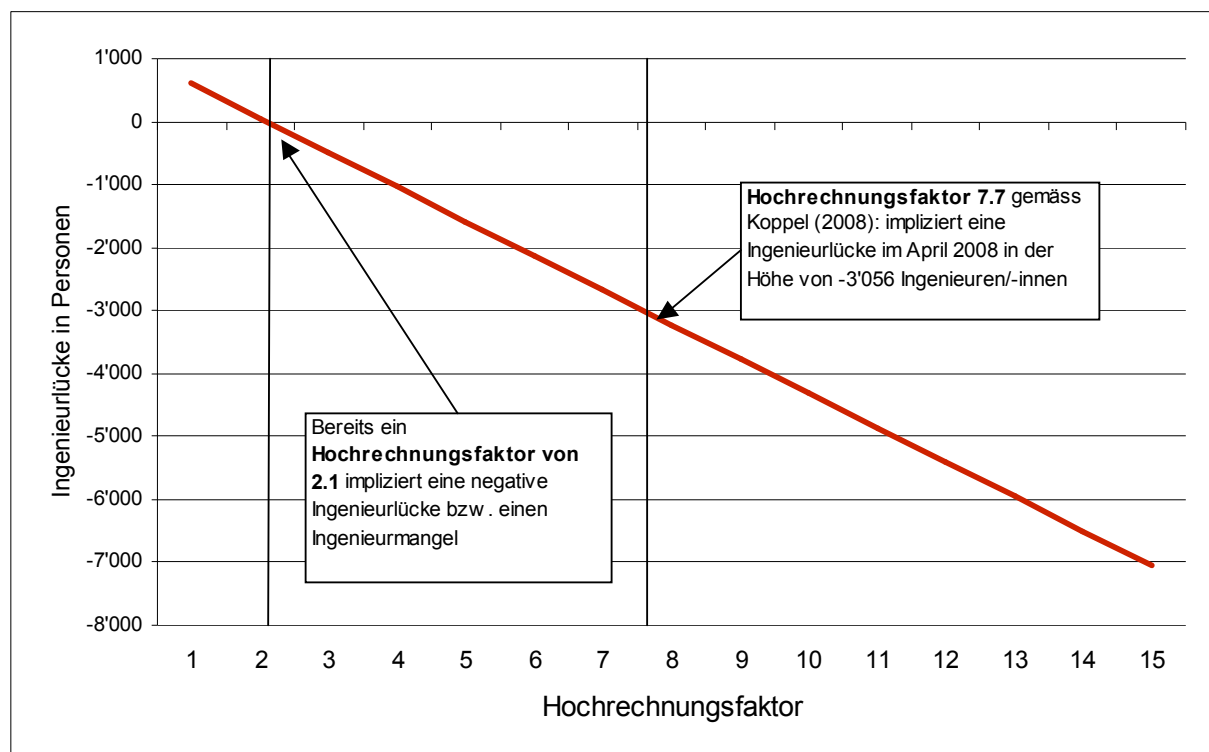
Einerseits ist festzustellen, dass gemäss Bigler (2007) allein die MEM-Industrie in der Periode vom 11. Januar – 5. Februar 2007 1'500 offene Ingenieursstellen verzeichnete. Im Januar 2007 waren in der Schweiz hingegen in der Berufsgruppe «311 Ingenieurberufe» gemäss Arbeitsmarktstatistik 343 offene Stellen registriert. Würde man annehmen, dass es einzig in der MEM-Industrie offene Ingenieursstellen geben würde (was sicherlich nicht der Fall ist), würde eine Meldequote von 22.8 Prozent resultieren, was einem Hochrechnungsfaktor von 4.4 entsprechen würde. Eine Detailauswertung der registrierten offenen Stellen

in der Berufsgruppe «311 Ingenieurberufe» nach Wirtschaftszweigen (gemäss der Nomenklatur NOGA) zeigt, dass von den 343 registrierten offenen Ingenieursstellen nur gerade 107 auf die Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie entfallen (siehe **Tabelle 17** im Anhang). Für den Januar 2007 und für die MEM-Industrie beträgt die Meldequote deshalb 7.1 Prozent ( $107/1500 \cdot 100$ ), was einem Hochrechnungsfaktor von 14.0 entspricht. Die Meldequote für offene Ingenieursstellen betrug in der MEM-Industrie im Januar 2007 also nur rund die Hälfte der von Koppel (2008) für Deutschland erhobenen Meldequote für offene Ingenieursstellen. Würde man annehmen, dass der Hochrechnungsfaktor nicht nur für die MEM-Industrie, sondern für alle Branchen der Schweiz 14.0 beträgt, würde im April 2008 für die Schweiz eine Ingenieur-lücke in der Höhe von rund **-6'000** Ingenieuren/-innen resultieren.

Andererseits ist festzustellen, dass allein die Jobsuchmaschine [www.jobs.ch](http://www.jobs.ch) am 6. Juni 2008 auf den Suchbegriff «Ingenieur» für das Gebiet der Schweiz 3'573 offene Stellen (2'943 Stellen mit Fachverantwortung, d.h. ohne Assistenz und Führungspositionen) rapportiert. Vergleicht man die Zahl 2'943 mit der Anzahl offener registrierter Ingenieursstellen im April 2008 (546 registrierte offene Stellen in der Berufsgruppe «311 Ingenieurberufe»), würde eine Meldequote von 18.6 Prozent bzw. ein Hochrechnungsfaktor von 5.4 resultieren.

Aufgrund dieser Überlegungen kann der von uns verwendete Hochrechnungsfaktor in der Höhe von 7.7 als konservativ bezeichnet werden. Wir denken, dass er in der Realität höher ausfallen und die Meldequote offener Ingenieursstellen in der Schweiz noch weniger als die 12.9 Prozent in Deutschland betragen dürfte. Als Folge würde auch die von uns ausgewiesene Ingenieur-lücke höher ausfallen.

Abbildung 12: Sensitivität der Ingenieur-lücke bezüglich dem Hochrechnungsfaktor für registrierte offene Ingenieursstellen, April 2008



Anmerkungen: Die Grafik beruht auf den offenen registrierten Stellen und den Stellensuchenden in der Berufsgruppe «311 Ingenieurberufe» im April 2008.

Quelle: Arbeitsmarktstatistik (SECO); eigene Berechnungen; eigene Darstellung.

## 2.4 Indirekte Indikatoren des Ingenieurmangels

In diesem Abschnitt werden zusätzlich indirekte Indikatoren des Ingenieurmangels untersucht. Diese weisen je nach Ausprägung auf einen möglichen Ingenieurmangel in der Schweiz hin. Es werden folgende indirekten Indikatoren verwendet:

- Entwicklung der Ingenieurabsolventen/-innen
- Entwicklung der Löhne der Ingenieure/-innen
- Die Ingenieursersatzrate
- Entwicklung der beschäftigten Ingenieure/-innen nach Wirtschaftszweigen
- Einwanderung von ausländischen Ingenieuren/-innen

Die fünf Indikatoren werden in den nachfolgenden Abschnitten erläutert.

### 2.4.1 Entwicklung der Ingenieurabsolventen/-innen

Die in diesem Kapitel ausgewiesenen Daten bezüglich Ingenieurabsolventen/-innen beziehen sich durchwegs auf die **ausbildungsspezifische Definition B des Ingenieurs** bzw. der Ingenieurin (s. Definitionen in Kapitel 2.1). Die internationalen Daten sind der OECD Online Education Database bzw. der OECD Statistics Database entnommen. Die Daten zur Schweiz basieren auf einer Spezialauswertung, welche uns das Bundesamt für Statistik, Sektion Gesundheit, Bildung und Wissenschaft zur Verfügung gestellt hat.

Absolventen-Zahlen werden in der Literatur (z.B. Koppel 2008) typischerweise als **angebotsseitige Indikatoren** bezeichnet. Sinkende Abschlüsse in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen werden dabei als Angebots-Verknappung interpretiert werden, was wiederum als Hinweis für einen Ingenieurmangel interpretiert wird. Hierzu ist anzumerken, dass eine solche Sicht der Dinge in einer kurzfristigen Betrachtungsweise angebracht ist. In diesem Sinne zeigen die Absolventenzahlen ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge und insbesondere die Anzahl Ingenieurabsolventen/-innen pro 1'000 Beschäftigte, in welchem Umfang der Volkswirtschaft technisches Humankapital kurzfristig zur Verfügung steht.

In einer **langfristigen** Betrachtung jedoch sind Absolventen-Zahlen **Ausdruck des Zusammenspiels von Angebot und Nachfrage**, da eine veränderte Nachfrage nach Absolventen/-innen ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge über Lohnveränderungen auf dem Arbeitsmarkt die Eintritte in ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge und damit langfristig auch die Absolventen-Zahlen beeinflusst. Mit einer gewissen Zeitverzögerung dürfte sich deshalb eine veränderte Nachfrage auch auf die Absolventen-Zahlen auswirken.

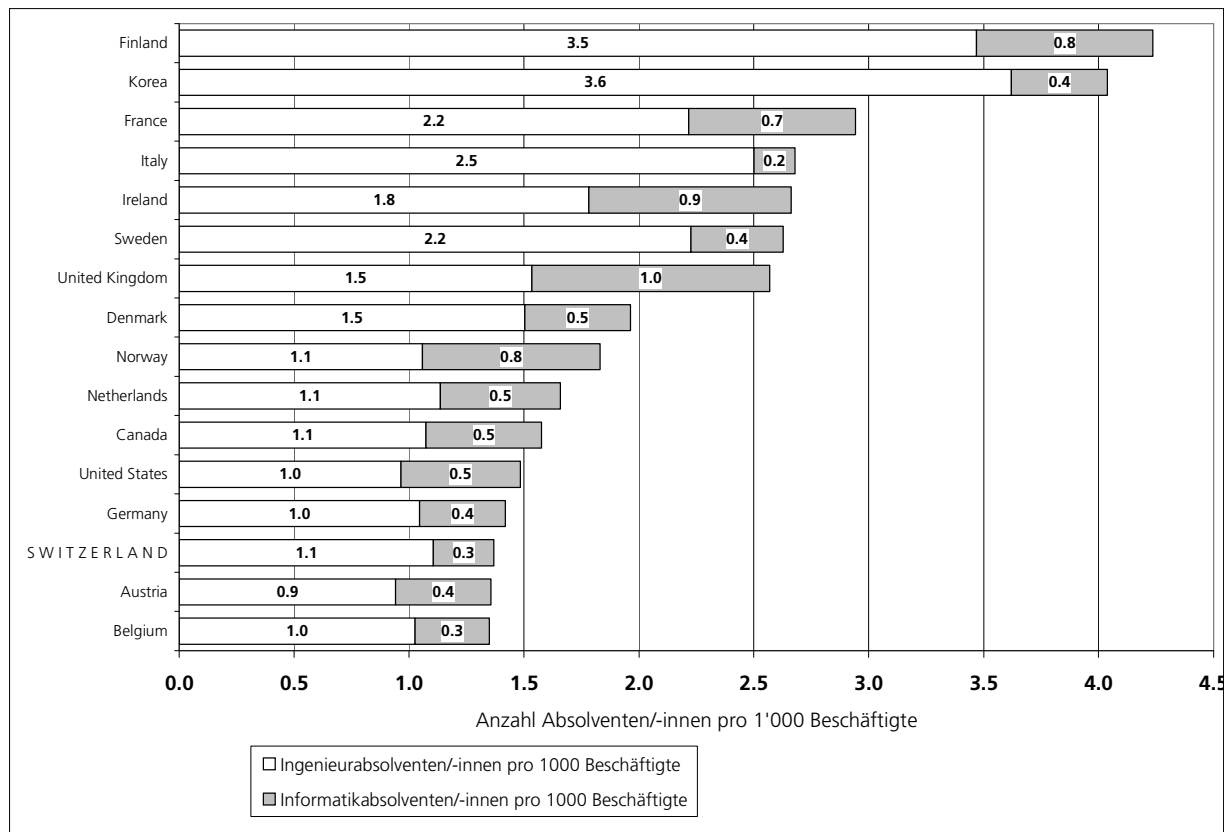
Eine solche Sichtweise der Dinge ist insbesondere dann angebracht, wenn man den Studienfachentscheid im theoretischen Rahmen eines **Rational Choice Modells** versteht. Gemäss Rational Choice Modellen beruhen Bildungsentscheide auf einer Abwägung des erwarteten Nutzens sowie der erwarteten Kosten, wobei sich die erwartete Bildungsrendite typischerweise aus den Kosten (insbesondere entgangenes Erwerbseinkommen) und dem erwarteten zusätzlichen Lebenseinkommen ergibt.

#### Ingenieurabsolventen/-innen pro 1'000 Beschäftigte

**Abbildung 13** zeigt für das Jahr 2005 die Anzahl Ingenieur- und Informatikabsolventen pro 1'000 Beschäftigte der Schweiz im Vergleich zu ausgewählten Ländern. Sie macht deutlich, dass die **Anzahl Ingenieur- und Informatikabsolventen/-innen** in Relation zur Grösse des Arbeitsmarktes **in der Schweiz im internationalen Vergleich sehr tief** ist. Pro 1'000 Beschäftigte gibt es in der Schweiz 1.1 Ingenieurabsolventen/-innen und 0.3 Informatikabsolventen/-innen.

Bei den « klassenbesten» **Finnland und Korea** gab es im Jahr 2005 dagegen mehr als 4 Ingenieur- oder Informatikabsolventen/-innen pro 1'000 Beschäftigte. Interessanterweise sind Finnland und Korea zwei Länder, welche in der **PISA-Studie** 2006 hinsichtlich der naturwissenschaftlichen Kompetenzen, der mathematischen Kompetenzen sowie hinsichtlich Lesekompetenzen durchgängig in der Spitzengruppe rangierten.

Abbildung 13: Ingenieur- und Informatikabsolventen/-innen pro 1000 Beschäftigte, internationaler Vergleich, 2005



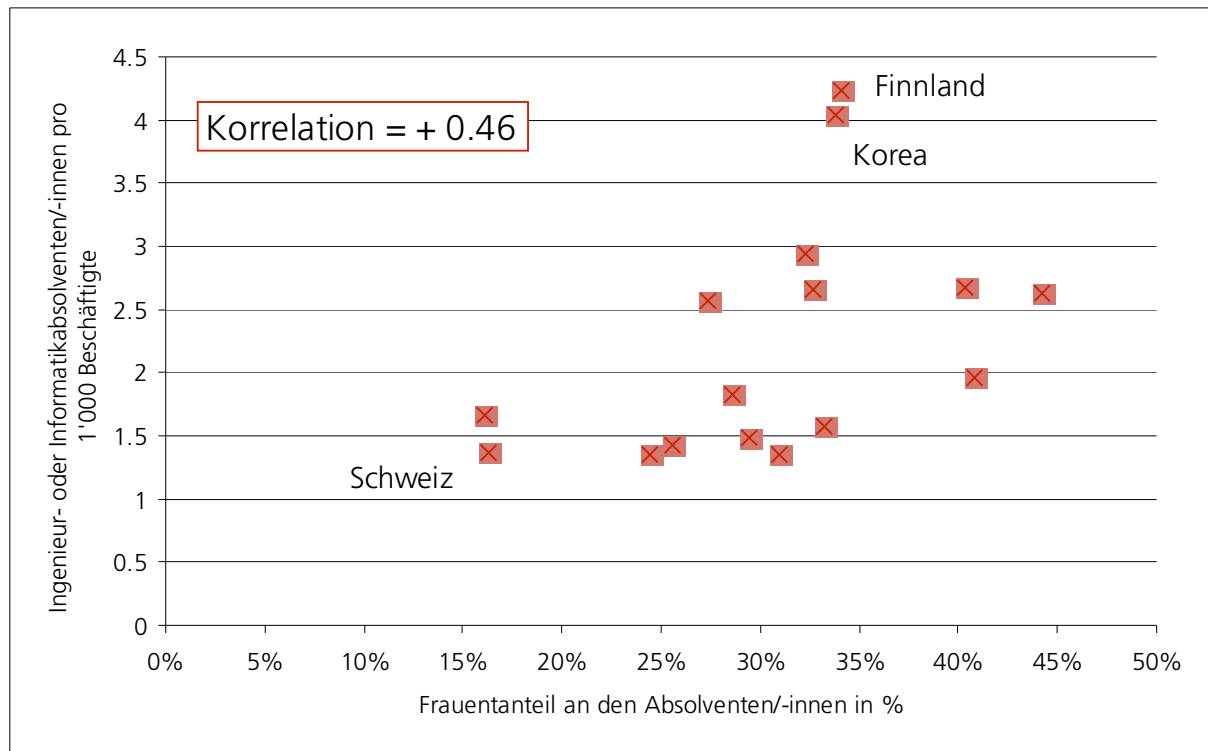
Anmerkungen: Die Absolventenzahlen beziehen sich auf die ISCED Stufe 5A und 6. Ingenieurabsolventen/-innen: ISCED-Fields 52, 54 und 58. Informatikabsolventen/-innen: ISCED-Field 48.

Quelle: Absolventenzahlen: OECD Online Education Database; Beschäftigte: OECD Employment Statistics Database; eigene Berechnungen; eigene Darstellung.

Die Anzahl Ingenieur- bzw. Informatikabsolventen/-innen pro 1'000 Beschäftigte ist sehr stark mit dem **Frauenanteil an den Absolventen/-innen** korreliert. Dies zeigt **Abbildung 14**, in welcher Frauenanteil und Anzahl Absolventen/-innen pro 1'000 Beschäftigte in einem Punkt-Diagramm für die Länder aus Abbildung 13 gegeneinander abgetragen sind. Die positive Korrelation, welche + 0.46 beträgt, ist sofort ersichtlich.

Ebenfalls ersichtlich ist, dass der Anteil der Frauen an den Absolventen/-innen von Studiengängen der Informatik und der Ingenieurwissenschaften **in der Schweiz mit 16.3% äusserst tief** ist: von allen OECD-Ländern weisen nur Holland und Japan noch tiefere Frauenanteile aus. Aufgrund des ausgeprägten positiven Zusammenhangs zwischen Frauenanteil und Ingenieur- und Informatikabsolventen/-innen liegt der Schluss nahe, dass die Anzahl Ingenieur- und Informatikabsolventen/-innen in der Schweiz nur substantiell erhöht werden kann, wenn es gelingt, mehr Frauen für Studiengänge der Informatik und der Ingenieurwissenschaften zu begeistern.

Abbildung 14: Positive Korrelation zwischen Frauenanteil an Absolventen/-innen und Anzahl Ingenieur/-innen und Informatiker/-innen pro 1'000 Beschäftigte



Anmerkungen: Die Absolventenzahlen beziehen sich auf die ISCED Stufe 5A und 6. Ingenieurabsolventen/-innen: ISCED-Fields 52, 54 und 58. Informatikabsolventen/-innen: ISCED-Field 48.

Quelle: Absolventenzahlen: OECD Online Education Database; Beschäftigte: OECD Employment Statistics Database; eigene Berechnungen; eigene Darstellung

### Eintritte in ingenieurwissenschaftliche Studiengänge: Schweiz

**Tabelle 2** zeigt alle relevanten Kennzahlen hinsichtlich der Eintritte in das Hochschulsystem und hinsichtlich ausgestellter Diplome in der Schweiz. Folgende Erkenntnisse lassen sich aus der Tabelle in Bezug auf die **Eintritte** in das Hochschulsystem ableiten:

■ **ISCED-Feld «48 Informatik»:** Die absoluten Eintritte in Studiengänge des ISCED-Felds 48 sind in der ersten Hälfte der 90er Jahre etwas gefallen. Im Sinne einer Modeerscheinung kam es ab 1995 zu einem massiven Anstieg der Eintritte von 594 im Jahr 1995 bis 1'455 (historischer Höchststand) im Jahr 2000. Seit dem Jahr 2000 ist ein regelrechter Einbruch der Anzahl Eintritte in Studiengänge der Informatik zu beobachten: im Jahr 2007 sind nur noch 769 Eintritte registriert – ein tieferer Wert als im Jahr 1990 (932 Eintritte).

■ **ISCED-Feld «52 Ingenieurwesen und technische Berufe»:** Bereits in der ersten Hälfte der 90er Jahre ist ein geringer Rückgang der Eintrittszahlen von 3'246 im Jahr 1990 auf 3'018 im Jahr 1995 zu beobachten. In der zweiten Hälfte der 90er Jahre ist ein substantieller Einbruch um rund 20% auf 2'522 Eintritte im Jahr 2000 zu beobachten. Seitdem haben sich die Eintritte in Studiengänge dieses ISCED-Felds auf einem Niveau von rund 2'500 stabilisiert – ein Wert, der markant unter dem Niveau zu Beginn der 90er Jahre liegt.

■ **ISCED-Feld «54 Herstellung und Verarbeitung»:** Dieses ISCED-Feld ist angesichts der äusserst geringen Studentenzahlen von vernachlässigender Bedeutung. Immerhin ist fast eine Verdoppelung der Eintrittszahlen zwischen 1990 (34 Eintritte) und 2007 (63 Eintritte) zu beobachten.

Tabelle 2: Eintritte ins Hochschulsystem und Diplome in der Schweiz

Eintritte <sup>1</sup>			1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Total <sup>2</sup>	Total	Tsd.	18.5	19.1	18.8	19.1	18.6	18.4	18.8	19.7	20.8	21.1	22.1	24.4	26.8	26.8	24.8	25.6	26.9	27.5
	F	%	34.5	35.4	35.6	35.9	36.4	36.4	37.6	37.5	40.5	40.8	42.8	45.3	46.7	46.7	48.9	46.8	49.1	49.9
ISCED 48	Total	abs.	932	757	653	648	592	594	736	854	1'023	1'278	1'455	1'422	1'399	1'251	965	1'006	876	769
		%	5.0	4.0	3.5	3.4	3.2	3.2	3.9	4.3	4.9	6.1	6.6	5.8	5.2	4.7	3.9	3.9	3.3	2.8
	F	%	4.9	5.3	4.3	4.3	6.9	4.9	5.7	5.3	7.6	6.8	8.7	12.0	9.1	9.7	8.3	8.7	7.8	6.5
	Total	abs.	3'246	3'252	3'135	3'097	3'195	3'018	2'643	2'952	2'657	2'534	2'522	2'578	2'764	2'738	2'481	2'607	2'594	2'517
ISCED 52		%	17.6	17.1	16.7	16.2	17.2	16.4	14.1	15.0	12.8	12.0	11.4	10.6	10.3	10.2	10.0	10.2	9.6	9.1
	F	%	3.2	3.6	4.0	4.0	4.6	4.4	5.8	4.7	5.2	6.2	5.9	8.1	8.5	7.6	9.7	8.0	8.9	9.9
ISCED 54	Total	abs.	34	66	46	43	50	48	64	102	86	61	75	60	86	58	68	70	72	63
		%	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2
	F	%	14.7	15.2	10.9	14.0	26.0	29.2	37.5	41.2	39.5	52.5	46.7	50.0	57.0	63.8	55.9	58.6	65.3	57.1
	Total	abs.	1'469	1'557	1'504	1'470	1'459	1'467	1'469	1'299	1'124	1'044	1'146	1'135	1'241	1'288	1'276	1'441	1'429	1'515
ISCED 58		%	8.0	8.2	8.0	7.7	7.9	8.0	7.8	6.6	5.4	5.0	5.2	4.6	4.6	4.8	5.1	5.6	5.3	5.5
	F	%	17.8	19.7	21.5	19.9	22.3	19.1	20.6	22.2	23.1	25.4	27.6	29.6	29.7	31.2	32.8	31.9	31.4	31.0
ISCED 52,54,58	Total	abs.	4'749	4'875	4'685	4'610	4'704	4'533	4'176	4'353	3'867	3'639	3'743	3'773	4'091	4'084	3'825	4'118	4'095	4'095
		%	25.7	25.6	24.9	24.1	25.3	24.7	22.3	22.1	18.6	17.3	16.9	15.4	15.3	15.3	15.4	16.1	15.2	14.9
	F	%	7.8	8.9	9.7	9.2	10.3	9.4	11.5	10.8	11.2	12.4	13.3	15.2	16.0	15.9	18.2	17.2	17.7	18.4
	Total	abs.	5'681	5'632	5'338	5'258	5'296	5'127	4'912	5'207	4'890	4'917	5'198	5'195	5'490	5'335	4'790	5'124	4'971	4'864
ISCED 48,52,54,58		%	30.8	29.5	28.4	27.5	28.5	27.9	26.2	26.4	23.5	23.3	23.5	21.3	20.5	19.9	19.3	20.0	18.5	17.7
	F	%	7.3	8.4	9.0	8.6	10.0	8.9	10.6	9.9	10.4	11.0	12.0	14.3	14.2	14.4	16.2	15.6	16.0	16.5
ISCED 48,52,54,58	UH	%	31.3	35.1	34.1	34.0	33.8	32.2	35.3	34.4	38.6	39.8	40.6	43.3	43.4	39.1	38.9	39.4	42.0	42.4
	FH	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.9	56.3	56.6	57.9	56.7	56.6	60.9	61.1	60.6	58.0	57.6
	HTL	%	68.7	64.9	65.9	66.0	66.2	67.8	64.7	14.7	5.2	3.6	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Diplome <sup>3</sup>			1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Total <sup>2</sup>	Total	Tsd.	12.8	13.1	13.7	14.1	14.2	14.6	14.4	15.0	15.0	15.2	14.7	16.0	16.5	18.0	18.9	20.2	20.7	n.a.
	F	%	25.0	26.3	27.3	28.2	28.6	30.2	31.1	32.3	33.4	33.7	37.3	37.3	38.4	39.6	41.4	41.9	44.4	n.a.
ISCED 48	Total	abs.	376	391	364	402	427	394	452	447	366	430	373	535	600	785	903	931	994	n.a.
		%	2.9	3.0	2.7	2.9	3.0	2.7	3.1	3.0	2.4	2.8	2.5	3.4	3.6	4.4	4.8	4.6	4.8	n.a.
	F	%	4.5	6.4	4.7	6.2	5.9	4.8	4.0	6.0	6.0	4.2	5.9	3.7	6.3	4.6	8.2	8.2	9.5	n.a.
	Total	abs.	2'295	2'254	2'350	2'509	2'424	2'428	2'139	2'312	2'173	2'120	1'656	1'984	1'792	2'036	2'011	2'241	2'345	n.a.
ISCED 52		%	17.9	17.3	17.2	17.8	17.0	16.7	14.9	15.4	14.5	13.9	11.3	12.4	10.9	11.3	10.7	11.1	11.3	n.a.
	F	%	2.2	2.3	2.3	2.5	3.5	3.8	3.4	6.4	5.3	5.0	5.2	6.3	6.8	6.4	7.0	6.9	8.5	n.a.
ISCED 54	Total	abs.	6	39	32	47	52	70	41	63	84	112	34	41	77	53	69	61	52	n.a.
		%	0.0	0.3	0.2	0.3	0.4	0.5	0.3	0.4	0.6	0.7	0.2	0.3	0.5	0.3	0.4	0.3	0.3	n.a.
	F	%	0.0	12.8	6.3	12.8	11.5	7.1	14.6	14.3	39.3	35.7	61.8	68.3	42.9	58.5	47.8	44.3	55.8	n.a.
	Total	abs.	988	1'013	1'071	1'043	1'201	1'135	1'139	1'114	1'090	1'121	828	986	932	931	870	896	903	n.a.
ISCED 58		%	7.7	7.8	7.8	7.4	8.4	7.8	7.9	7.4	7.3	7.4	5.6	6.2	5.7	5.2	4.6	4.4	4.4	n.a.
	F	%	13.8	14.7	13.0	15.9	15.1	18.2	17.8	19.7	22.4	18.0	20.8	21.1	22.6	24.2	27.1	25.2	30.1	n.a.
ISCED 52,54,58	Total	abs.	3'289	3'306	3'453	3'599	3'677	3'633	3'319	3'489	3'347	3'353	2'518	3'011	2'801	3'020	2'950	3'198	3'300	n.a.
		%	25.7	25.3	25.2	25.5	25.8	25.0	23.1	23.2	22.3	22.0	17.1	18.9	17.0	16.8	15.6	15.8	15.9	n.a.
	F	%	5.7	6.2	5.6	6.5	7.4	8.4	8.5	10.8	11.7	10.4	11.1	12.0	13.1	12.8	13.9	12.7	15.2	n.a.
	Total	abs.	3'665	3'697	3'817	4'001	4'104	4'027	3'771	3'936	3'713	3'783	2'891	3'546	3'401	3'805	3'853	4'129	4'294	n.a.
ISCED 48,52,54,58		%	28.6	28.3	27.9	28.4	28.8	27.7	26.2	26.2	24.7	24.8	19.7	22.2	20.7	21.2	20.4	20.4	20.7	n.a.
	F	%	5.6	6.2	5.6	6.5	7.3	8.0	7.9	10.2	11.2	9.7	10.4	10.7	11.9	11.1	12.6	11.7	13.9	n.a.
ISCED 48,52,54,58	UH 5A <sup>4</sup>	%	32.7	32.6	32.5	32.7	32.2	34.5	36.6	34.1	35.3	31.2	40.7	36.2	37.0	32.5	32.1	32.6	31.5	n.a.
	UH 6 <sup>5</sup>	%	3.7	4.1	5.1	5.8	6.2	6.3	7.5	8.7	8.4	8.1	12.9	10.6	9.3	8.8	9.4	10.1	10.5	n.a.
	HTL	%	63.7	63.3	62.4	61.5	61.6	59.2	56.0	57.2	56.3	60.6	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	n.a.
	FH	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.0	53.2	53.8	58.7	58.5	57.3	58.0

Anmerkungen: <sup>1</sup>Eintritte: ohne Doppeleintritte UH-FH, FH-UH, <sup>2</sup>Total: inkl. HTL und HWV, ohne Lehrkräfteausbildung (LKA) und Pädagogische Fachhochschulen, <sup>3</sup>Diplome: ohne Bachelor, <sup>4</sup>UH 5A: =Master, Diplom, Lizentiat, <sup>5</sup>UH 6: =Doktorat. Abkürzungen: F:=Frauen, UH:=Universitäre Hochschule, FH:=Fachhochschule, HTL:=Höhere Technische Lehranstalt, HWV:=Höhere Wirtschafts- und Verwaltungsschule

Quelle: Spezialauswertungen des BfS; eigene Berechnungen; eigene Darstellung

■ **ISCED-Feld «58 Architektur und Baugewerbe»:** In der ersten Hälfte der 90er Jahre waren stabile Eintritte in Studiengänge dieses ISCED-Felds in der Höhe von knapp 1'500 Eintritte zu beobachten. In der zweiten Hälfte der 90er Jahre kam es zu einem substantiellen Rückgang, während dem ein historischer Tiefstwert im Jahr 1999 zu beobachten war (1'044 Eintritte). Seit dem Jahr 2000 haben sich die Eintrittszahlen wieder erholt, so dass diese im Jahr 2007 mit 1'515 auf einem Niveau liegen, welches mit demjenigen anfangs der 90er vergleichbar ist.

■ **Summe der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58:** Zwischen 1990 und 2007 ist ein leichter Rückgang der Eintrittszahlen von 5'681 (1990) auf 4'864 (2007) festzustellen. Der Rückgang in der Höhe von rund 800 Eintritten ist dabei fast zur Gänze auf den Rückgang im ISCED-Feld «52 Ingenieurwesen und technische Berufe» zurückzuführen.

■ **Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an allen Studieneintritten:** Der Rückgang (ISCED-Feld 52) bzw. die Stagnation (ISCED-Felder 48 und 58) der Eintrittszahlen sind in einer Zeit zu beobachten, in welcher sich die Anzahl Eintritte in die Gesamtheit von tertiären Studiengängen von rund 18'500 (1990) auf rund 27'500 (2'700) nahezu verdoppelt hat. Als Konsequenz hat sich der Anteil der Eintritte in die ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 von 30.8% im Jahr 1990 auf 17.7% im Jahr 2007 fast halbiert.

■ **Frauenanteil:** Der Anteil der Frauen an allen Studieneintritten hat sich von 34.5% im Jahr 1990 auf 49.9% im Jahr 2007, also um 45% bzw. 15.4 Prozentpunkte erhöht. Der Frauenanteil in den ISCED-Feldern 48, 52, 54 und 58 ist überdurchschnittliche von 7.3% (1990) auf 16.5% (2007), d.h. um 126% bzw. 9.2 Prozentpunkte gewachsen – allerdings auf einem Niveau, das im internationalen Vergleich (siehe Abbildung 14) nach wie vor äusserst tief ist.

### Diplome in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen

Hinsichtlich der Entwicklung der Anzahl ausgestellter Diplome können folgende Erkenntnisse aus Tabelle 2 formuliert werden:

■ **Das Jahr 2000:** Bezüglich den in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 vergebenen Diplomen ist durchgängig festzustellen, dass es im Jahr 2000 einen transitorischen Einbruch der Anzahl Diplome gegeben hat. Dies hängt mit der Einführung von Fachhochschulen in der Schweiz zusammen. Gemäss Ausführungen von Herrn Cappelli, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Sektion Gesundheit, Bildung und Wissenschaft des Bundesamt für Statistik hängt dieser Einbruch mit der Installierung von Fachhochschule zusammen, welche im Jahr 1997 einsetzte. Gemäss Herrn Cappelli kam es im Jahr 1997 zu einem starken Einbruch der Eintritte in ingenieurwissenschaftliche Studiengänge an den Fachhochschulen (im Vergleich zu den früheren HTL-Eintritten), was nach drei Jahren, also im Jahr 2000 zu einem Einbruch der vergebenen Diplome führte. Der Einbruch im Jahr 2000 wurde zusätzlich dadurch verstärkt, dass das Studium um drei Monate verlängert wurden, so dass ein Teil der Diplome erst im darauffolgenden Jahr 2001 vergeben werden konnte.

■ **ISCED-Feld «48 Informatik»:** Die im ISCED-Feld 48 vergebenen Diplome haben sich zwischen 1990 und 2006 verdreifacht: von 376 im Jahr 1990 auf 994 im Jahr 2006. Da die Eintritte in Informatik-Studiengänge seit dem Jahr 2000 wieder im Fallen sind, ist für die nähere Zukunft mit einem Rückgang der ausgestellten Diplome zu rechnen.

■ **ISCED-Feld «52 Ingenieurwesen und technische Berufe»:** Die Anzahl vergebener Diplome im ISCED-Feld 52 ist zwischen 1990 und 2006 stabil geblieben. 1990 wurden für absolvierte Studiengänge im ISCED-Feld 52 2'295 Diplome vergeben, im Jahr 2006 waren es 2'345.

■ **ISCED-Feld «54 Herstellung und Verarbeitung»:** Die Anzahl vergebender Diplome im ISCED-Feld 54 hat sich zwischen 1990 und 2007 nahezu verzehnfacht, allerdings auf einem sehr tiefen absoluten Niveau: im Jahr 1990 wurden 6 Diplome vergeben, im Jahr 2006 52 Diplome.

■ **ISCED-Feld «58 Architektur und Baugewerbe»:** Die Anzahl vergebener Diplome für absolvierte Studiengänge im ISCED-Feld 58 hat zwischen 1990 und 2006 leicht, um rund 100 Diplome abgenommen: zwischen 1990 und 1999 wurden jährlich rund 1'100 Diplome vergeben. Seither ist ein leichter Rückgang auszumachen, so dass im Jahr 2006 noch 903 Diplome vergeben wurden.

■ **Summe der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58:** Die Anzahl Diplome, welche für absolvierten Studiengänge in den ISCED-Feldern 48, 52, 54 und 58 vergeben wurden, hat seit 1990 um gut 600 Diplome (dies ent-



spricht einer Steigerungsrate von knapp 17%) zugenommen. Die Zunahme ist gänzlich auf die Zunahme im ISCED-Feld «48 Informatik» zurückzuführen. Die Anzahl Diplome, welche in den Feldern 52, 54 und 58 vergeben wurden, blieb über den beobachteten Zeitraum konstant.

■ **Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an allen Studieneintritten:** Die Stabilität der Anzahl vergebener Diplome in den ISCED Feldern 52, 54, 58 bzw. die Erhöhung der Anzahl Informatik-Absolventen hat in einer Zeit stattgefunden, in welcher die Anzahl im Tertiärbereich vergebener Diplome gesamthaft von rund 12'800 im Jahr 1990 um rund 62% auf rund 20'700 im Jahr 2006 gestiegen ist. Da die ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 in dieser Periode zusammengenommen nur ein unterdurchschnittliches Wachstum von rund 17% (zurückzuführen auf den Anstieg der Informatik-Absolventen/-innen) aufgewiesen haben, ist der Anteil dieser Felder an allen vergebenen Diplomen von 28.6% im Jahr 1990 auf 20.7% im Jahr 2006 gefallen.

■ **Frauenanteil:** Der Anteil der Frauen an den in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 vergebenen Diplomen hat sich von 5.6% im Jahr 1990 auf 13.9% im Jahr 2006 fast verdreifacht. Im internationalen Vergleich stellt dies allerdings weiterhin ein sehr tiefer Wert dar.

### Eintritte in ingenieurwissenschaftliche Studiengänge: Kanton Graubünden

**Tabelle 3** zeigt die in der Tabelle 2 für die Schweiz dargestellten Kennzahlen für den Kanton Graubünden. Folgende Erkenntnisse lassen sich aus der Tabelle hinsichtlich der **Eintritte** in das Hochschulsystem ableiten:

■ **ISCED-Feld «48 Informatik»:** Die Eintritte in Informatik-Studiengänge weisen im Kanton Graubünden ein ähnliches Muster auf wie für die Schweiz: ein deutlicher Anstieg in der zweiten Hälfte der 90er Jahre und ein deutlicher Rückgang seit dem Jahr 2000.

■ **ISCED-Feld «52 Ingenieurwesen und technische Berufe»:** Aufgrund kleiner Fallzahlen schwanken die Eintrittszahlen im Kanton Graubünden beträchtlich. Abstrahiert man von diesen Schwankungen, kann man feststellen, dass die Anzahl Eintritte in Studiengänge des ISCED-Felds 52 seit 1990 ungefähr konstant geblieben ist.

■ **ISCED-Feld «54 Herstellung und Verarbeitung»:** Eine Diskussion dieses ISCED-Felds für den Kanton Graubünden erübrigt sich, da die absoluten Eintrittszahlen zwischen 0 und 3 schwanken.

■ **ISCED-Feld «58 Architektur und Baugewerbe»:** Die Anzahl Eintritte in Studiengänge des ISCED-Felds 58 betrugen zwischen 1990 und 1994 durchschnittlich 29. In den letzten fünf Jahren (2003-2007) hingegen durchschnittlich 50, so dass von einem substantiellen Wachstum (rund 70%) gesprochen werden kann.

■ **Summe der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58:** Die Summe der Anzahl Eintritte in Studiengänge der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 weist zwischen 1990 und 2007 ein Wachstum von rund 27% auf: 1990-1993 waren durchschnittlich 108 Eintritte zu verzeichnen, zwischen 2004 und 2007 waren es durchschnittlich 135 Eintritte.

■ **Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an allen Studieneintritten:** Der Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 ist analog zur ganzen Schweiz markant gefallen, von 33.3% auf 17.3%.

■ **Frauenanteil:** Der Anteil der Frauen an den Eintritten in Studiengänge der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 stieg im Kanton Graubünden etwas stärker als in der Schweiz, allerdings auf einem minim tieferen Niveau: von 5.8% im Jahr 1990 auf 14.4% im Jahr 2007.



Tabelle 3: Eintritte ins Hochschulsystem und Diplome im Kanton Graubünden

Eintritte <sup>1</sup>		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Total <sup>2</sup>	Total	abs.	360	326	318	379	376	379	366	531	608	559	562	712	706	831	829	756	882
	F	%	24.4	28.2	31.1	30.1	34.3	29.3	29.8	27.9	26.6	32.7	34.3	38.1	37.5	42.6	43.5	39.9	43.0
ISCED 48	Total	abs.	2	5	2	4	3	13	20	22	58	13	46	33	35	24	28	13	19
	F	%	0.6	1.5	0.6	1.1	0.8	3.4	5.5	4.1	9.5	2.3	8.2	4.6	5.0	2.9	3.4	1.6	2.5
ISCED 52	Total	abs.	97	57	77	68	87	49	70	72	107	80	56	68	76	74	60	62	65
	F	%	26.9	17.5	24.2	17.9	23.1	12.9	19.1	13.6	17.6	14.3	10.0	9.6	10.8	8.9	7.2	7.5	8.6
ISCED 54	Total	abs.	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	2	0	1	0	3	1	1
	F	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.5	0.2	0.4	0.0	0.1	0.0	0.4	0.1	0.1
ISCED 58	Total	abs.	21	38	16	46	26	56	15	56	34	29	28	37	40	57	37	57	40
	F	%	5.8	11.7	5.0	12.1	6.9	14.8	4.1	10.5	5.6	5.2	5.0	5.2	5.7	6.9	4.5	6.9	5.3
ISCED 52,54,58	Total	abs.	118	95	93	114	113	105	85	131	144	110	86	105	117	131	100	120	106
	F	%	32.8	29.1	29.2	30.1	30.1	27.7	23.2	24.7	23.7	19.7	15.3	14.7	16.6	15.8	12.1	14.5	14.0
ISCED 48,52,54,58	Total	abs.	120	100	95	118	116	118	105	153	202	123	132	138	152	155	128	133	125
	F	%	33.3	30.7	29.9	31.1	30.9	31.1	28.7	28.8	33.2	22.0	23.5	19.4	21.5	18.7	15.4	16.0	16.5
ISCED 48,52,54,58	UH	%	39.2	48.0	51.6	39.8	44.0	28.8	34.3	25.5	22.8	33.3	40.9	38.4	40.8	43.9	34.4	37.6	42.4
	FH	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	60.1	33.7	51.2	59.1	61.6	59.2	56.1	65.6	62.4	57.6
ISCED 48,52,54,58	HTL	%	60.8	52.0	48.4	60.2	56.0	71.2	65.7	14.4	43.6	15.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Diplome <sup>3</sup>		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Total <sup>2</sup>	Total	abs.	245	252	253	274	275	296	308	295	370	387	312	337	345	384	378	388	366
	F	%	18.8	20.6	19.8	16.8	20.7	26.0	26.0	23.7	22.7	25.1	33.0	29.4	31.6	38.3	39.7	38.4	36.3
ISCED 48	Total	abs.	3	5	4	6	6	3	4	6	2	1	4	4	5	16	13	8	13
	F	%	1.2	2.0	1.6	2.2	2.2	1.0	1.3	2.0	0.5	0.3	1.3	1.2	1.4	4.2	3.4	2.1	3.6
ISCED 52	Total	abs.	28	55	34	76	48	74	44	58	84	62	57	47	37	59	47	55	55
	F	%	11.4	21.8	13.4	27.7	17.5	25.0	14.3	19.7	22.7	16.0	18.3	13.9	10.7	15.4	12.4	14.2	15.0
ISCED 54	Total	abs.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	2	0	0	0
	F	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6	1.2	0.5	0.0	0.0	0.0
ISCED 58	Total	abs.	44	15	37	12	34	20	41	10	35	37	22	31	27	28	28	22	24
	F	%	18.0	6.0	14.6	4.4	12.4	6.8	13.3	3.4	9.5	9.6	7.1	9.2	7.8	7.3	7.4	5.7	6.6
ISCED 52,54,58	Total	abs.	72	70	71	88	82	94	85	68	119	99	80	80	68	89	75	77	79
	F	%	29.4	27.8	28.1	32.1	29.8	31.8	27.6	23.1	32.2	25.6	25.6	23.7	19.7	23.2	19.8	19.8	21.6
ISCED 48,52,54,58	Total	abs.	75	75	75	94	88	97	89	74	121	100	84	84	73	105	88	85	92
	F	%	30.6	29.8	29.6	34.3	32.0	32.8	28.9	25.1	32.7	25.8	26.9	24.9	21.2	27.3	23.3	21.9	25.1
ISCED 48,52,54,58	UH 5A <sup>4</sup>	%	46.7	48.0	42.7	47.9	44.3	48.5	31.5	44.6	28.1	39.0	28.6	33.3	42.5	24.8	25.0	35.3	21.7
	UH 6 <sup>5</sup>	%	1.3	4.0	4.0	2.1	0.0	2.1	13.5	6.8	5.0	8.0	8.3	7.1	4.1	3.8	6.8	4.7	3.3
ISCED 48,52,54,58	HTL	%	52.0	48.0	53.3	50.0	55.7	49.5	55.1	48.6	66.9	53.0	17.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	FH	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.2	59.5	53.4	71.4	68.2	60.0	75.0

Anmerkungen: <sup>1</sup>Eintritte: ohne Doppeintritte UH-FH, FH-UH, <sup>2</sup>Total: inkl. HTL und HWV, ohne Lehrkräfteausbildung (LKA) und Pädagogische Fachhochschulen, <sup>3</sup>Diplome: ohne Bachelor, <sup>4</sup>UH 5A:=Master, Diplom, Lizentiat, <sup>5</sup>UH 6:=Doktorat. Abkürzungen: F:=Frauen, UH:=Universitäre Hochschule, FH:=Fachhochschule, HTL:=Höhere Technische Lehranstalt, HWV:=Höhere Wirtschafts- und Verwaltungsschule.

Quelle: Spezialauswertungen des BfS; eigene Berechnungen; eigene Darstellung.

## Diplome in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen: Kanton Graubünden

Hinsichtlich der im Hochschulsystem vergebenen Diplome im Kanton Graubünden, lassen sich von Tabelle 3 die folgenden Erkenntnisse ableiten:

■ **ISCED-Feld «48 Informatik»:** Die für absolvierte Informatik-Studiengänge vergebenen Diplome im Kanton Graubünden stiegen ab dem Jahr 2002 markant, was auf einen deutlichen Anstieg der Eintrittszahlen ab Mitte der 90er Jahre zurückzuführen ist. Es ist damit zu rechnen, dass die Informatikabsolven-

tenzahlen wieder fallen werden, da ab dem Jahr 2001 auch die Eintrittszahlen wieder abgenommen haben.

■ **ISCED-Feld «52 Ingenieurwesen und technische Berufe»:** Die für absolvierte Studiengänge im ISCED-Feld 52 vergebenen Diplome stagnierten seit 1990 im Kanton Graubünden. Allenfalls ist ein minimales Wachstum zu konstatieren.

■ **ISCED-Feld «54 Herstellung und Verarbeitung»:** Eine Diskussion erübrigt sich angesichts der tiefen absoluten Zahlen zwischen 1 und 4.

■ **ISCED-Feld «58 Architektur und Baugewerbe»:** Die für absolvierte Studiengänge im ISCED-Feld 58 vergebenen Diplome stagnierten seit 1990 im Kanton Graubünden. Allenfalls ist ein minimaler Rückgang zu konstatieren.

■ **Summe der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58:** Die für absolvierte Studiengänge in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 vergebenen Diplome haben im Kanton Graubünden seit 1990 um rund 14% zugenommen, was rund 13 Diplomen entspricht (Basis: Vergleich der Mittelwert 1990-1993 und 2004-2007). Die Zunahme ist auf das ISCED-Feld 48 zurückzuführen. Betrachtet man die Summe der Diplome in den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen der ISCED-Feldern 52, 54, 58, so ist ganz klar eine Stagnation seit 1990 zu konstatieren.

■ **Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an allen Studieneintritten:** Der Rückgang des Anteils der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an allen vergebenen Diplomen ist im Kanton Graubünden weniger stark und auf einem höheren Niveau als in der Schweiz ausgefallen: dieser Anteil sank im Kanton Graubünden von 30.6% (Schweiz: 28.6%) im Jahr 1990 auf 25.1% (Schweiz: 20.7%) im Jahr 2006.

■ **Frauenanteil:** Während sich der Anteil der Frauen an den in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 vergebenen Diplomen in der Schweiz seit 1990 etwa verdreifachte (1990: 5.6%, 2006: 13.9%), konnte dieser Frauenanteil im Kanton Graubünden nur unterdurchschnittlich wachsen: von 6.7% im Jahr 1990 auf 9.8% im Jahr 2006.

### Eintritte und Diplome: Fazit

■ **Schweiz:** Die Anzahl Eintritte in Studiengänge der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 war in der Schweiz zwischen 1990 und 2007 leicht rückläufig (ca. 15% = rund 800 Eintritte). Die Abnahme ist fast gänzlich dem ISCED-Feld 52 zuzuschreiben. Demgegenüber hat die Anzahl der in Studiengängen der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 vergebenen Diplomen seit 1990 leicht zugenommen (ca. 17% = rund 600 Diplome). Diese Zunahme ist gänzlich dem ISCED-Feld 48 zuzuschreiben. Da die Eintritte in Studiengänge des ISCED-Felds 48 seit dem Jahr 2000 sehr stark zurückgegangen sind, ist damit zu rechnen, dass die Anzahl Diplome in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 in den nächsten Jahren tendenziell wieder abnehmen wird.

■ **Kanton Graubünden:** Im Kanton Graubünden zeigt sich im Grossen und Ganzen ein ähnliches Bild wie in der Schweiz. Die Eintritte in Studiengänge der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 sind seit 1990 um rund 28% gewachsen, was 33 Eintritten entspricht. Diese Zunahme ist auf die ISCED-Felder 48 und 58 zurückzuführen. Die in Studiengängen der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 vergebenen Diplome sind zwischen 1990 und 2006 etwas schwächer gestiegen, um etwa 15%, was 13 Diplomen entspricht. Diese Zunahme ist auf das ISCED-Feld 48 zurückzuführen. Da die Eintritte in Studiengänge des ISCED-Felds 48 auch im Kanton Graubünden seit dem Jahr 2000 substantiell fallen, muss für die nächsten Jahre tendenziell mit weniger Diplomen gerechnet werden.

Wie einleitend in diesen Abschnitt 2.4.1 erwähnt, können Absolventenzahlen von ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen als Indikator des kurzfristig verfügbaren Angebots an ingenieurwissenschaftlichen Facharbeitern interpretiert werden. Wie soeben ausgeführt, haben die **Absolventenzahlen in den ingenieurwissenschaftlichen ISCED-Feldern 52, 54 und 58 eher abgenommen als zugenommen**. Ein

hohes Wachstum der Absolventenzahlen im ISCED-Feld 48 konnte diesen Rückgang etwas mehr als kompensieren.

Da sich seit 1990 die Nachfrage nach Ingenieuren/-innen stark erhöht haben dürfte, deuten die in diesem Abschnitt präsentierten Absolventenzahlen tendenziell daraufhin, dass **in der Schweiz und im Kanton Graubünden ein Ingenieurmangel existiert**.

### 2.4.2 Entwicklung der Löhne der Ingenieure/-innen

Leider ist es aufgrund mangelnder Fallzahlen nicht möglich, die Entwicklung der Löhne der Ingenieure/-innen im Sinne von Definition A.1 oder A.2 basierend auf Daten der Schweizerischen Arbeitskräfteerhebung (SAKE) auszuweisen. Allerdings erhebt der **Verein Swiss Engineering STV<sup>4</sup>** jährlich die jährlichen **Bruttoeinkommen von Ingenieuren/-innen** und publiziert diese in einer jährlichen Publikation «Saläre für Ingenieure und Architekten». Die letzte Salärumfrage wurde im März und April 2007 mittels schriftlichen Fragebögen sowie einer Online-Erhebung durchgeführt. Insgesamt haben 3'954 Ingenieure/-innen und Architekten/-innen an der Umfrage teilgenommen. Wir werden die Ergebnisse der Umfragen 2004 bis und mit 2007 verwenden, um die Entwicklung der Ingenieurlöhne gemäss den Salärbroschüren von Swisengineering mit der Entwicklung der Bruttolöhne anderer Gruppen gemäss SAKE zu vergleichen.

Ingenieurlöhne können aufgrund von **arbeitsmarktökonomischen Überlegungen** als Indikator für den Ingenieurmangel bezeichnet werden. Denn die Ingenieurlöhne resultieren aus dem Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage auf dem Arbeitsmarkt für Ingenieure/-innen. Die arbeitsmarktökonomische Logik besagt, dass die **Ingenieurlöhne dann steigen, wenn sich das Angebot von Ingenieuren/-innen verringert** und/oder aber sich die Nachfrage nach Ingenieuren/-innen erhöht. Die Herausbildung eines Ingenieur Mangels müsste in diesem Sinne von einem Lohnanstieg der Ingenieure/-innen begleitet sein.

**Abbildung 15** zeigt das jährliche Wachstum der Bruttomedianlöhne der Ingenieure/-innen im Vergleich zu allen Arbeitnehmenden, zu der ISCO88-Gruppe «Techniker und gleichrangige Berufe» und zu der ISCO88-Gruppe «Akademische Berufe» (siehe Glossar zur Nomenklatur ISCO88). Die Abbildung ermöglicht die folgenden Beobachtungen:

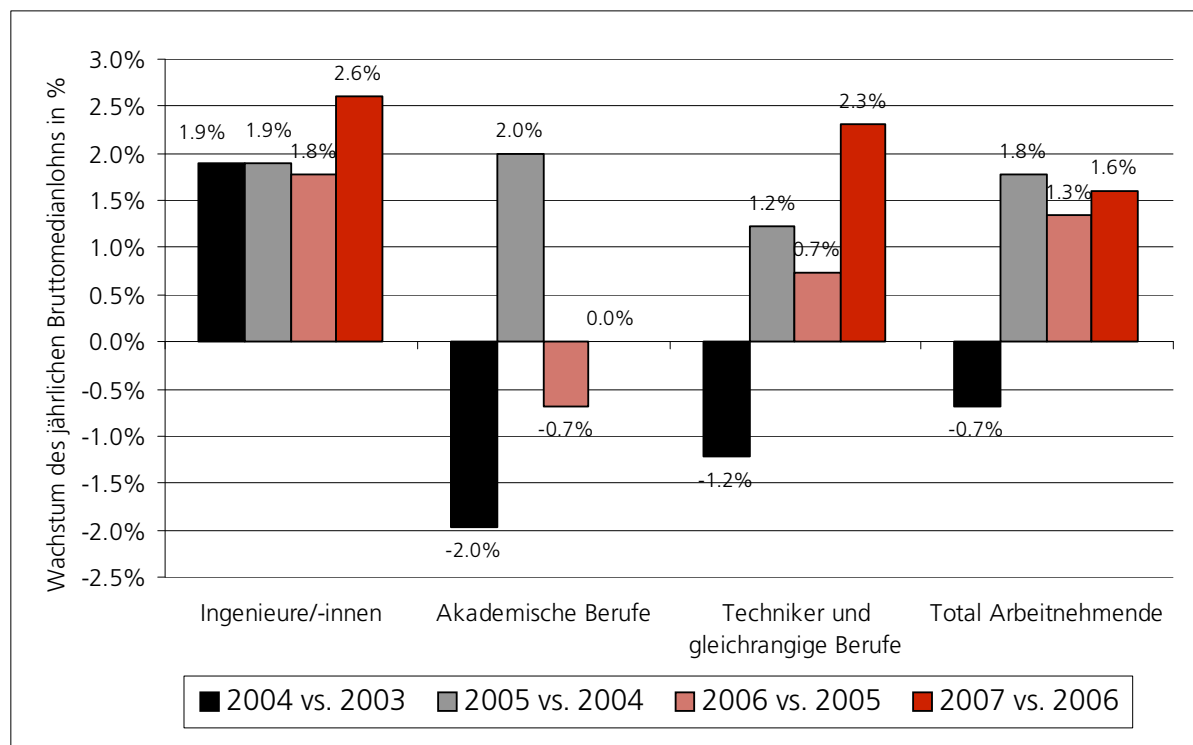
- Die Ingenieurlöhne sind zwischen 2004 und 2007 durchwegs gestiegen. Das Wachstum der Ingenieurlöhne war in allen Jahren im Vergleich zu den Benchmark-Gruppen überdurchschnittlich.
- Ein besonders starkes Wachstum in der Höhe von 2.6% verzeichneten die Ingenieurlöhne im Jahr 2007. Dies ist deshalb interessant, weil sich - wie im Abschnitt 2.3.3 gezeigt - im März 2006 zum ersten Mal eine negative Ingenieurücke manifestierte, welche seitdem stetig zunimmt.
- Auch die ISCO88-Gruppe «Techniker und gleichrangige Berufe», welcher unter anderem die Ingenieure/-innen zugeordnet sind, zeigt fürs Jahr 2007 einen markanten Lohnanstieg gegenüber dem Jahr 2006.

Diese Beobachtungen lassen die folgenden Schlüsse zu:

- Der Lohnanstieg der Ingenieure/-innen war bereits in den Jahren 2004-2006 überdurchschnittlich, was auf eine Verknappung des Arbeitsangebots in dieser Periode hindeutet.
- Für das Jahr 2007 ist ein markanter und überdurchschnittlicher Lohnanstieg der Ingenieure/-innen zu beobachten, was auf eine Akzentuierung oder Herausbildung eines Ingenieur Mangels schliessen lässt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass auch der indirekte Indikator «Ingenieurlöhne» darauf hindeutet, dass in der Schweiz ein Ingenieurmangel existiert. Ein substantieller Lohnanstieg zwischen dem Jahr 2006 und 2007 deutet darauf hin, dass sich der Ingenieurmangel in dieser Periode akzentuiert bzw. herausgebildet hat.

Abbildung 15: Wachstum der jährlichen Median-Bruttolöhne der Ingenieure/-innen im Vergleich



Anmerkungen: Basis: Jährlicher Bruttomedianlohn.

Quelle: SAKE: Bruttoerwerbseinkommen (Median) der Erwerbstätigen nach beruflicher Stellung (Berufsgruppen ISCO88), nur Vollzeit (90 Prozent und mehr); Salärbroschüren von Swisssengineering STV 2004/05, 2005/06, 2006/07 und 2007/08; eigene Darstellung.

### 2.4.3 Die Ingenieursersatzrate

Im OECD-Bericht (2007, 44, Tabelle A1.5, Spalte 5) wird für ausgewählte Länder eine Kennzahl für das Jahr 2004 ausgewiesen, welche Koppel (2008) als «Ingenieursersatzrate» bezeichnet. Die Kennzahl ist definiert als das **Verhältnis der**

■ **25- bis 34-Jährigen mit einem ISCED-5A-Abschluss im ISCED-Feld «5 Ingenieurwesen, Verarbeitendes Gewerbe, Baugewerbe»** («Engineering, Manufacturing, Construction») und der 30- bis 39-Jährigen mit einem ISCED-6-Abschluss im ISCED-Feld 5 **zu den**

■ **55- bis 64-Jährigen mit einem ISCED-5A/6-Abschluss im ISCED-Feld 5.**

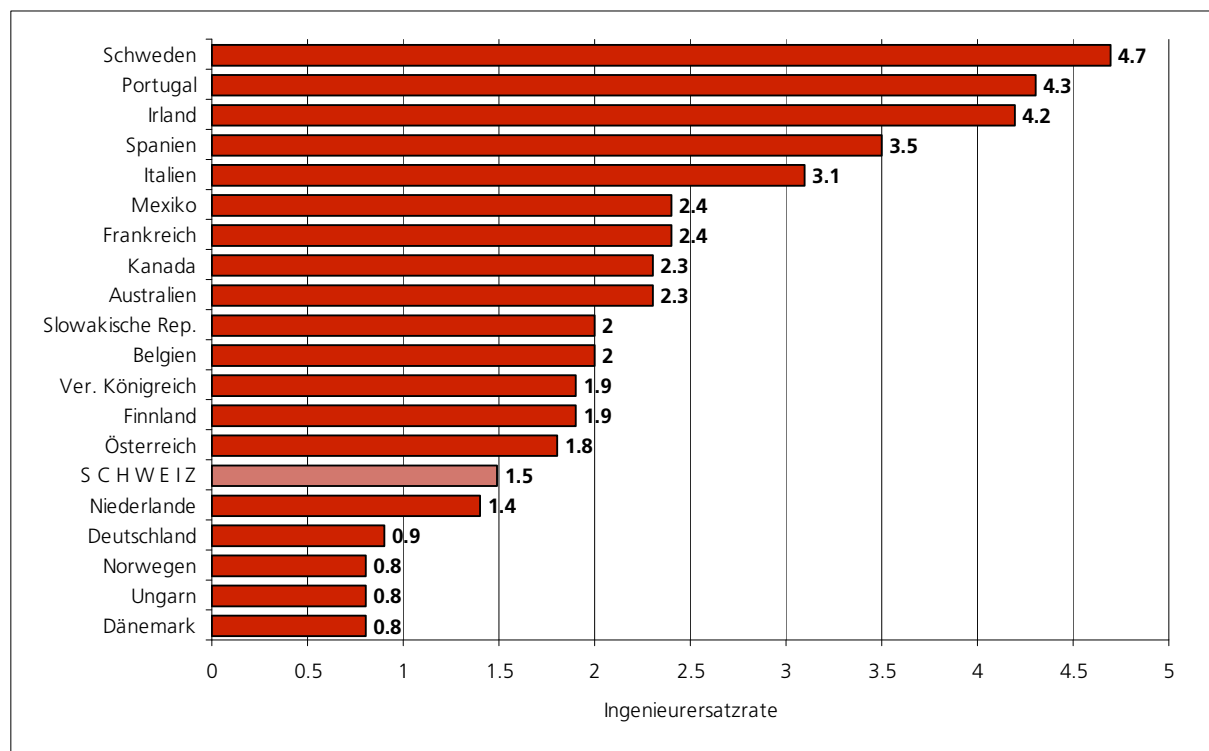
Es macht deshalb Sinn, dieses Verhältnis als «Ingenieursersatzrate» zu bezeichnen, da dieses zeigt, wie viele junge Ingenieure/-innen dem Arbeitsmarkt zur Verfügung stehen, um **einen älteren, der in absehbarer Zeit aus dem Erwerbsleben austritt, zu ersetzen**. Leider ist in genanntem OECD-Dokument die Ingenieursersatzrate für die Schweiz nicht ausgewiesen, da sie offenbar für das Jahr 2004 nicht berechnet werden konnte, da die dafür notwendige Datengrundlage in der Schweiz nicht gegeben ist. Wir haben allerdings die Ingenieursersatzrate für die **Schweiz im Jahr 2000** basierend auf den Daten der Volkszählung 2000 geschätzt.<sup>4</sup> Es resultierte ein **Wert von 1.5**.

<sup>4</sup> Der Schätzung liegt folgendes Berechnungsverfahren basierend auf den Daten der Volkszählung 2000 zugrunde: Verhältnis der 25-34 jährigen Personen mit einer höheren Ausbildung, welche einen Beruf der Berufsgruppe «311 Ingenieurberufe» erlernt haben zu den 55-64 jährigen Personen mit einer höheren Ausbildung, welche einen Beruf der Berufsgruppe «311 Ingenieurberufe» erlernt haben. Der Schätzwert ändert sich nur marginal, wenn man der Berechnung anstelle der 25-34 Jährigen die 30-39 Jährigen zugrunde legt.

**Abbildung 16** zeigt die geschätzte Ingenieursersatzrate der Schweiz im internationalen Vergleich. Die für die Schweiz und das Jahr 2000 geschätzte Ingenieursersatzrat beträgt 1.5. Dies stellt **im Ländervergleich einen tiefen Wert** dar. Allerdings ist die Ingenieursersatzrate der Schweiz im Gegensatz zu derjenigen von Deutschland, Norwegen, Dänemark und Ungarn noch nicht unter 1: in der Schweiz standen im Jahr 2000 also mehr als ein/-e junge/-r Ingenieur/-in zur Verfügung, um eine/-n ältere/-n Ingenieur/-in zu ersetzen. Es stellt sich die Frage, ob dies im Jahr 2008 noch immer der Fall ist. Leider ist es nicht möglich, diese Frage zu beantworten, da die Ingenieursersatzrate für das Jahr 2008 nicht berechnet werden kann.

Es ist unklar, ob die Ingenieursersatzrate in der Höhe von 1.5 für das Jahr 2000 einen Ingenieurmangel indiziert. Eine Wert unter 1 könnte sicherlich als Hinweis für einen Ingenieurmangel interpretiert werden, da die aus dem Arbeitsmarkt austretenden Ingenieure/-innen bei gleichbleibender Nachfrage nach Ingenieuren/-innen nicht mehr ersetzt werden könnten. In der Realität muss die Ingenieursersatzrat allerdings höher als 1 sein, da auf dem Hintergrund des Phänomens des «skill-biased technological change» davon ausgegangen werden muss, dass die Nachfrage nach Ingenieuren/-innen in den letzten Jahren gestiegen ist und noch immer steigt. Aus diesem Grund ist es nicht möglich abzuschätzen, ob eine Ingenieursersatzrate im Jahr 2000 in der Höhe von 1.5 auf einen Ingenieurmangel in der Schweiz hinweist.

Abbildung 16: Ingenieursersatzrate, 2004 (Schweiz: 2000)



Anmerkungen: Die Ingenieursersatzrate ist definiert als das Verhältnis der 25-34-Jährigen mit einem ISCED-5A-Abschluss im ISCED-Feld «Ingenieurwissenschaften» und der 30- bis 39-Jährigen mit einem ISCED-6-Abschluss im ISCED-Feld «Ingenieurwissenschaften» zu den 55- bis 64-Jährigen mit einem ISCED-5A/6-Abschluss im ISCED-Feld «Ingenieurwissenschaften». Für die Schweiz wurde dieses Verhältnis für das Jahr 2000 geschätzt.

Quelle: OECD Bildung auf einen Blick 2007; Volkszählung 2000; eigene Berechnungen; eigene Darstellung.

#### 2.4.4 Beschäftigte Ingenieure/-innen nach Wirtschaftszweigen

Wie bereits in den einleitenden Worten erwähnt, hat sich in den letzten drei Jahrzehnten der **Bedarf an technischem Humankapital** auf dem Hintergrund der rasanten Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologie **stark erhöht**. Im Zusammenhang mit diesem Übergang zu einer wissensbasierten Ökonomie, die zunehmend einem globalisierten Wettbewerb ausgesetzt ist, wird gemäss Koppel (2008) von einem «skill-biased technological change» gesprochen. Leider ist es aus Gründen der Datenverfügbarkeit in der Schweiz nicht möglich, die Beschäftigung von technischem Humankapital und insbesondere von Ingenieuren/-innen über die Zeit detailliert zu analysieren.

Hingegen ist ein **Vergleich** der beschäftigten Ingenieuren/-innen nach Wirtschaftszweigen gemäss den Schweizerischen Volkszählungen **in den Jahren 1980 und 2000** möglich. Ein solcher Vergleich ist in **Tabelle 4** dargestellt: die Tabelle zeigt einerseits, in welchen Wirtschaftszweigen die erwerbstätigen Personen, welche einen Beruf der Gruppe «311 Ingenieurberufe» ausüben (Definition A.1), in den Jahren 1980 und 2000 gearbeitet haben. Andererseits zeigt sie, in welchen Wirtschaftszweigen die erwerbstätigen Personen, die einen Beruf der Gruppe «311 Ingenieurberufe» erlernt haben, tätig sind. Die beiden Betrachtungen hinsichtlich des erlernten Berufs und ausgeübten Berufs führen zu identischen Erkenntnissen:

■ Im Jahr **1980** arbeiteten noch knapp **50% der erwerbstätigen Personen**, welche einen Beruf der Gruppe **«311 Ingenieurberufe»** erlernt haben, **im Industriesektor**. Im Jahr **2000** waren es nur noch 26% (ausgeübter Beruf) bzw. **29%** (erlernter Beruf).

■ Im **Dienstleistungssektor** ist die **Entwicklung umgekehrt**: Im Jahr 1980 waren noch rund 50% der Personen, die einen Beruf der Gruppe «311 Ingenieurberufe» ausüben, im Dienstleistungssektor tätig. Dieser Wert stieg innerhalb von 20 Jahren um 15.7 Prozentpunkte auf 66.2% an, was insbesondere auf den Wirtschaftszweig «7 Banken, Versicherungen, Immobilien, Beratung» zurückzuführen ist. Allein in diesem Wirtschaftszweig waren im Jahr 2000 5'000 mehr Ingenieure/-innen tätig als im Jahr 1980.

Diese Entwicklungen zeigen, dass sich die Struktur der Nachfrage nach Ingenieuren/-innen in den letzten Jahrzehnten stark verändert hat: Ingenieure/-innen sind nicht länger «nur» Industriearbeiter, sondern in erster Linie in technikaffinen Dienstleistungsunternehmen tätig.

Die Nachfrage nach Ingenieuren/-innen ist in den letzten Jahrzehnten im Dienstleistungssektor markant gestiegen. Dies stellt für die traditionellen Arbeitgeber der Ingenieure/-innen insbesondere deswegen ein Problem dar, weil das **Lohnniveau von Ingenieuren/-innen im Dienstleistungssektor tendenziell höher** ist als etwa in der Maschinen-, Metall- und Elektroindustrie (siehe hierzu auch: Kiener (2005)). Dies zeigt **Abbildung 17**: der Medianlohn aller 3'954 befragten Ingenieuren/-innen betrug im Jahr 2007 CHF 118'000.-. Die Medianlöhne in den Wirtschaftszweigen «Elektroindustrie», «Maschinen/Metall» sowie «Baugewerbe» liegen deutlich unter diesem Durchschnitt. Insbesondere die Wirtschaftszweige «Medizinaltechnik», «Telekommunikation» und «Informatik» bezahlen höhere Löhne als diese traditionellen Industriezweige.

Tabelle 4: Erwerbstätige Ingenieure nach Wirtschaftszweigen, 1980 und 2000

Erwerbstätige Personen, welche in der Gruppe "311 Ingenieurberufe" tätig sind

Wirtschaftszweig	1980 abs.	2000 abs.	Diff. Δ abs.	1980 in %	2000 in %	Diff. Δ in %
0 Land-, Forstwirtschaft	239	310	71	0.4%	0.6%	0.2%
<b>Total Sektor 1: Landwirtschaft</b>	<b>239</b>	<b>310</b>	<b>71</b>	<b>0.4%</b>	<b>0.6%</b>	<b>0.2%</b>
1 Energie- und Wasservorgung, Bergbau	1'515	721	-794	2.4%	1.3%	-1.1%
2/3 Verarbeitende Produktion	24'297	12'129	-12'168	38.6%	22.3%	-16.3%
4 Baugewerbe	4'673	1'281	-3'392	7.4%	2.4%	-5.1%
<b>Total Sektor 2: Industrie</b>	<b>30'485</b>	<b>14'131</b>	<b>-16'354</b>	<b>48.5%</b>	<b>26.0%</b>	<b>-22.5%</b>
5 Handel, Gastgewerbe, Reparaturgewerbe	2'740	3'558	818	4.4%	6.5%	2.2%
6 Verkehr, Nachrichtenübermittlung	2'223	2'093	-130	3.5%	3.8%	0.3%
7 Banken, Versicherungen, Immobilien, Beratung	21'248	25'983	4'735	33.8%	47.8%	14.0%
8 Sonstige Dienstleistungen (privat und öffentlich)	3'088	2'341	-747	4.9%	4.3%	-0.6%
9 Öffentliche Verwaltung i. e. S., ausländische Vertretungen	2'447	1'995	-452	3.9%	3.7%	-0.2%
<b>Total Sektor 3: Dienstleistungen</b>	<b>31'746</b>	<b>35'970</b>	<b>4'224</b>	<b>50.5%</b>	<b>66.2%</b>	<b>15.7%</b>
keine Angaben	417	3'953	3'536	0.7%	7.3%	6.6%
<b>Total</b>	<b>62'887</b>	<b>54'364</b>	<b>-8'523</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>0.0%</b>

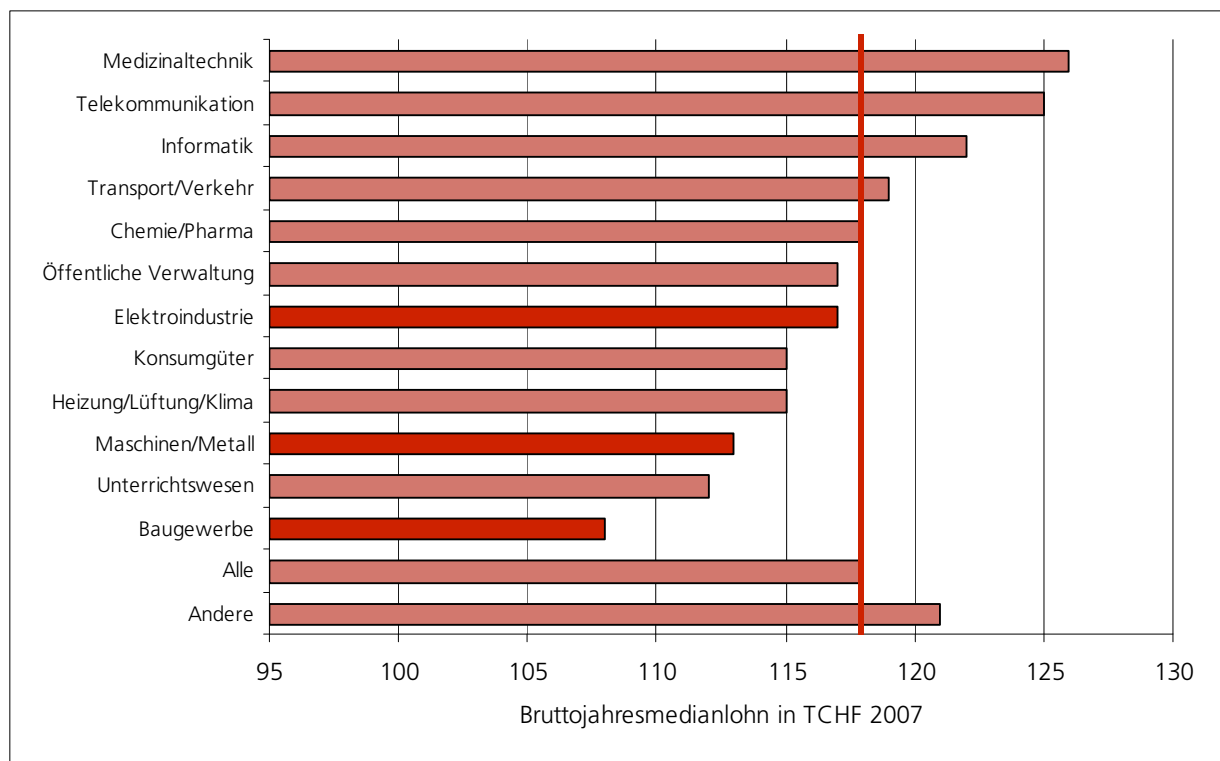
Erwerbstätige Personen, welche einen Beruf der Gruppe "311 Ingenieurberufe" erlernt haben

Wirtschaftszweig	1980 abs.	2000 abs.	Diff. Δ abs.	1980 in %	2000 in %	Diff. Δ in %
0 Land-, Forstwirtschaft	501	1'404	903	0.6%	1.2%	0.6%
<b>Total Sektor 1: Landwirtschaft</b>	<b>501</b>	<b>1'404</b>	<b>903</b>	<b>0.6%</b>	<b>1.2%</b>	<b>0.6%</b>
1 Energie- und Wasservorgung, Bergbau	1'752	1'935	183	2.2%	1.7%	-0.5%
2/3 Verarbeitende Produktion	31'162	27'824	-3'338	39.4%	24.7%	-14.7%
4 Baugewerbe	5'801	3'909	-1'892	7.3%	3.5%	-3.9%
<b>Total Sektor 2: Industrie</b>	<b>38'715</b>	<b>33'668</b>	<b>-5'047</b>	<b>48.9%</b>	<b>29.9%</b>	<b>-19.1%</b>
5 Handel, Gastgewerbe, Reparaturgewerbe	5'531	9'755	4'224	7.0%	8.7%	1.7%
6 Verkehr, Nachrichtenübermittlung	2'894	5'241	2'347	3.7%	4.6%	1.0%
7 Banken, Versicherungen, Immobilien, Beratung	20'187	38'887	18'700	25.5%	34.5%	9.0%
8 Sonstige Dienstleistungen (privat und öffentlich)	7'083	9'526	2'443	9.0%	8.5%	-0.5%
9 Öffentliche Verwaltung i. e. S., ausländische Vertretungen	3'722	5'630	1'908	4.7%	5.0%	0.3%
<b>Total Sektor 3: Dienstleistungen</b>	<b>39'417</b>	<b>69'039</b>	<b>29'622</b>	<b>49.8%</b>	<b>61.2%</b>	<b>11.4%</b>
keine Angaben	486	8'614	8'128	0.6%	7.6%	7.0%
<b>Total</b>	<b>79'119</b>	<b>112'725</b>	<b>33'606</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>0.0%</b>

Quelle: Volkszählungen 1980 und 2000; eigene Darstellung.



Abbildung 17: Bruttomedianlöhne der Ingenieure/-innen nach Wirtschaftszweigen



Anmerkungen: Dunkelrot sind die Wirtschaftszweige ausgewiesen, in welchen der Ingenieurmangel besonders ausgeprägt ist.  
 Quelle: Salärbroschüre von Swissengineering STV 2007/08; eigene Darstellung

### 2.4.5 Einwanderung von ausländischen Ingenieuren/-innen

Die Einwanderung von ausländischen Ingenieuren/-innen kann aus arbeitsmarktökonomischen Überlegungen als Indikator für den Ingenieurmangel bezeichnet werden. Dahingehend besagt die Arbeitsmarktökonomische Logik, dass die **Schweizer Unternehmen ausländische Ingenieure/-innen rekrutieren, wenn das Angebot an Schweizer Ingenieuren/-innen ausgeschöpft ist**. Es ist deshalb davon auszugehen, dass die Anzahl ausländischer Ingenieure/-innen, die für die Erwerbstätigkeit in die Schweiz einwandern, mit dem Phänomen «Ingenieurmangel» positiv korreliert ist: je ausgeprägter die Ingenieurücke, desto mehr ausländische Ingenieure wandern in die Schweiz ein und umgekehrt: je mehr ausländische Ingenieure/-innen zur Erwerbstätigkeit in die Schweiz einwandern, desto ausgeprägter dürfte der Ingenieurmangel in der Schweiz sein.

Die nachfolgend präsentierten Zahlen zur Einwanderung von ausländischen Ingenieuren entstammen dem **Zentralen Ausländerregister (ZAR) des Bundesamtes für Migration (BFM)** und basieren auf der Definition A.1 (siehe Abschnitt 2.2)<sup>5</sup>. Die Daten beziehen sich dabei sowohl auf die «Ständige ausländische Wohnbevölkerung» (Aufenthalt  $\geq 12$  Monate) als auch auf die «Nicht-ständige ausländische Wohnbevölkerung» (Aufenthalt  $< 12$  Monate) (**Summe der ständigen und nicht-ständigen Wohnbevölkerung**).

<sup>5</sup> Die Schweizer Berufsnomenklatur 2000 (SBN 2000) ist im Zentralen Ausländerregister leider nicht verfügbar. Stattdessen gibt es im ZAR die Beschäftigungsnomenklatur «Systematik der persönlichen Berufe nach Berufsabteilungen, Berufsklassen und Berufsgruppen». Diese Nomenklatur hat allerdings einen sehr ähnliche Struktur wie die SBN 2000.



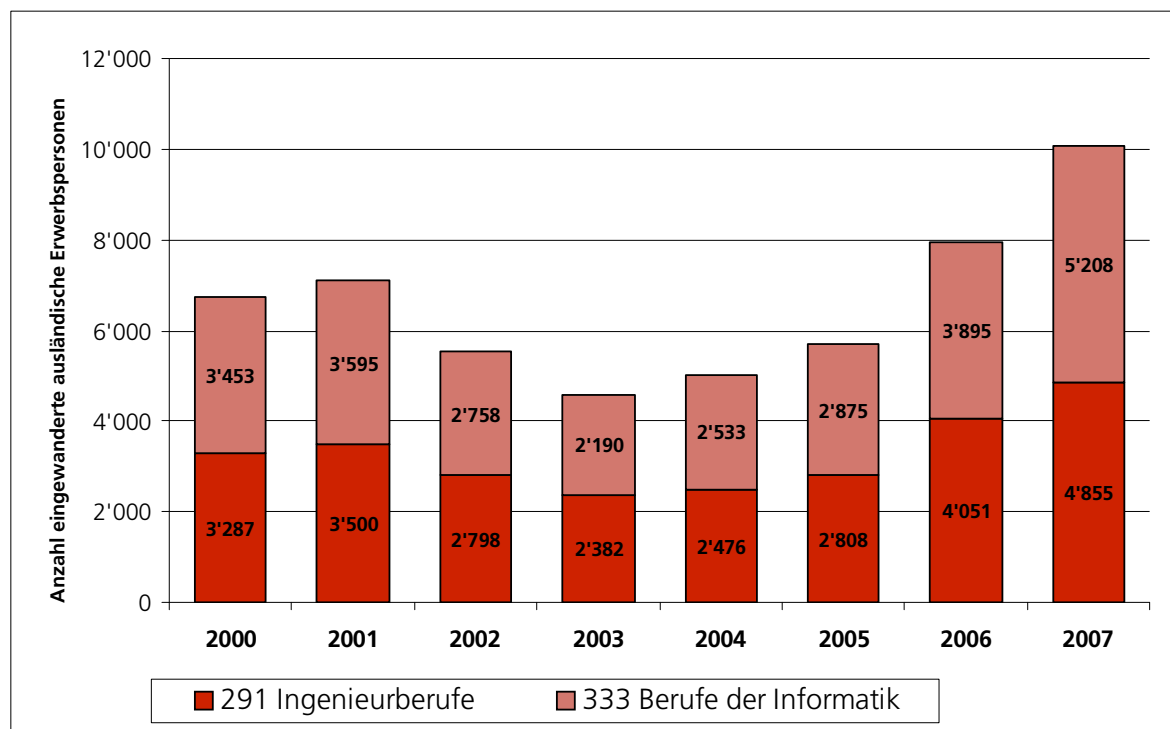
**Abbildung 18** zeigt die absolute Entwicklung der Anzahl eingewanderter Ingenieure/-innen und Informatiker/-innen zwischen den Jahren 2000 und 2007. Sie zeigt, dass sich die Anzahl eingewanderter Ingenieure/-innen zwischen 2005 und 2007 fast verdoppelt hat. Der starke Anstieg zwischen 2005 und 2007 ist konsistent mit der Entwicklung der im Abschnitt 2.3.3 ausgewiesenen Ingenieurücke, welche erstmals im März 2006 ein negatives Vorzeichen angenommen hat. Eine analoge Entwicklung kann für die Berufsgruppe «333 Berufe der Informatik» beobachtet werden: im Jahr 2005 wanderten noch 2'875 Informatiker in die Schweiz ein, im Jahr 2007 waren es bereits 5'208.

**Abbildung 19**, welche die Entwicklung der Einwanderung aller Berufsgruppen, der Ingenieure/-innen und der Informatiker/-innen indexiert darstellt, zeigt, dass ab dem Jahr 2005 die Einwanderung von Ingenieuren/-innen und Informatiker/-innen überdurchschnittlich zugenommen hat, was auf eine im Vergleich zu allen Berufsgruppen relativen Verknappung des Angebots an Ingenieuren/-innen und Informatiker/-innen schliessen lässt.

**Abbildung 20** schliesslich zeigt den Zusammenhang zwischen der monatsdurchschnittlichen Ingenieurücke und der Einwanderung von ausländischen Ingenieuren/-innen im Jahr 2007 für die einzelnen Ingenieurstypen. Sofort ist ersichtlich, dass für diejenigen Ingenieure/-innen, für welche die Ingenieurücke im Jahr 2007 am ausgeprägtesten war (Maschinen- und Verfahrensingenieure/-innen, Elektroingenieure/-innen, Informatikingenieure/-innen, übrige Ingenieure/-innen und Bauingenieure/-innen), auch die Einwanderung tendenziell höher ausfiel. Der hohe Anteil von eingewanderten «Übrigen Ingenieuren/-innen» dürfte auf Datenerhebungsprobleme zurückzuführen sein.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der indirekte Indikator «Einwanderung von ausländischen Ingenieuren/-innen» darauf hinweist, dass sich zwischen dem Jahr 2005 und 2007 ein bestehender Ingenieurmangel akzentuiert haben dürfte oder in dieser Periode erst entstanden ist.

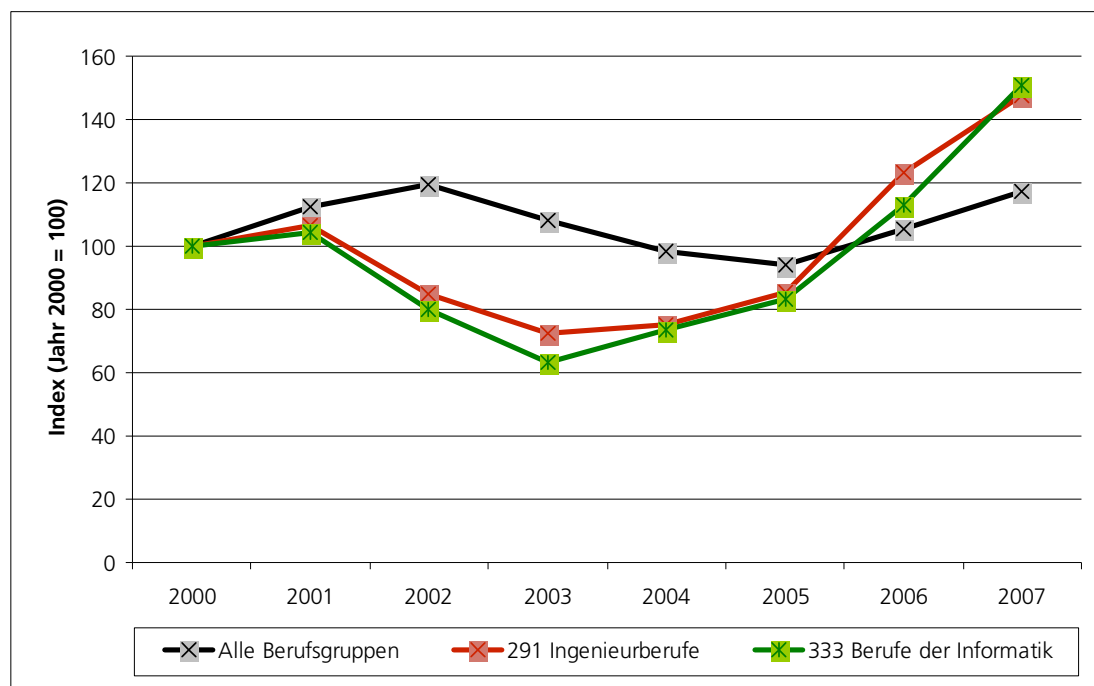
Abbildung 18: Eingewanderte erwerbstätige Ingenieure/-innen und Informatiker/-innen



Anmerkungen: Basis: Ständige + nicht-ständige Wohnbevölkerung.

Quelle: Zentrales Ausländerregister (ZAR) des Bundesamtes für Migration (BFM); eigene Darstellung.

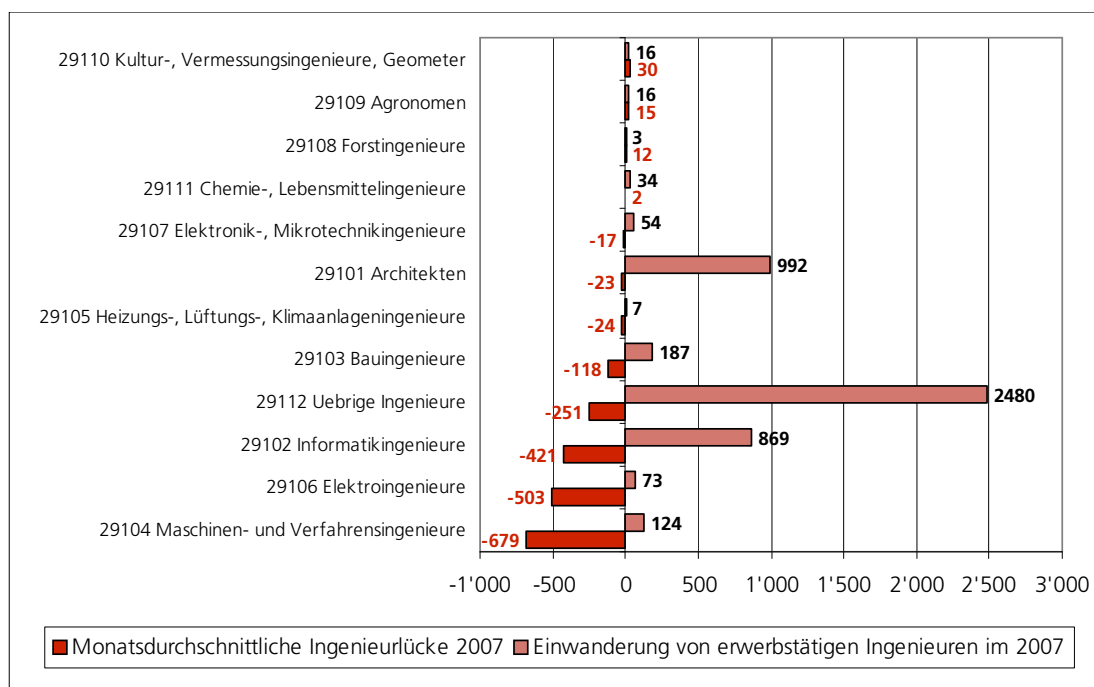
Abbildung 19: Indexierte Entwicklung der Einwanderung von allen Berufsgruppen, von Ingenieuren/-innen und von Informatiker/-innen



Anmerkungen: Basis: Ständige + nicht-ständige Wohnbevölkerung.

Quelle: Zentrales Ausländerregister (ZAR) des Bundesamtes für Migration (BFM); eigene Berechnungen; eigene Darstellung.

Abbildung 20: Zusammenhang zwischen monatsdurchschnittlicher Ingenieurücke und eingewanderten Ingenieuren/-innen nach Ingenieurstypen im Jahr 2007



Anmerkungen: Die monatsdurchschnittliche Ingenieurücke Januar 2008 – April 2008 beruht auf der Berufsgruppe «311 Ingenieurberufe», Definition A.1 und auf einem Hochrechnungsfaktor von 7.7. Basis der Daten aus dem Zentralen Ausländerregister (ZAR) des Bundesamtes für Migration (BFM): Ständige + nicht-ständige Wohnbevölkerung

Quelle: Arbeitsmarktstatistik (SECO), Zentrales Ausländerregister (ZAR) des Bundesamtes für Migration (BFM); eigene Berechnungen; eigene Darstellung.

### 2.5 Fazit

In Abschnitt 2.3 haben wir basierend auf einer einzigen Annahme hergeleitet, dass es in der Schweiz und im Kanton Graubünden eine **Ingenieurlücke** gibt und dass diese im **April 2008 –3'056 (Schweiz) bzw. -42 (Kanton Graubünden)** Ingenieure/-innen betragen hat. Im Rahmen einer Plausibilisierung der verwendeten Annahme kamen wir zum Schluss, dass die derart geschätzte Ingenieurlücke tendenziell als konservative Untergrenze interpretiert werden muss. Darüber hinaus konnten wir zeigen, dass insbesondere Elektroingenieure/-innen und Maschineningenieure/-innen, aber auch Informatikingenieure/-innen und Bauingenieure/-innen fehlen.

Im Abschnitt 2.4 haben wir in der Folge einige indirekte Indikatoren eines allfälligen Ingenieurmangels präsentiert. Auch diese indirekten Indikatoren weisen daraufhin, dass in der Schweiz und im Kanton Graubünden ein Ingenieurmangel besteht.

Wir kommen deshalb zum Schluss, dass der in der Presse vielfach, aber bisher nicht quantifizierte Ingenieurmangel in der Schweiz eine Realität darstellt und dass der Ingenieurmangel substantiell ist. Denn die konservativ geschätzten 3'056 Ingenieure/-innen, welche im April 2008 der Schweizer Wirtschaft fehlen, **entsprechen rund einem ganzen ingenieurwissenschaftlichen Absolventenjahrgang.**

### 3 Literaturanalyse

Dieses Kapitel widmet sich der Darstellung der schweizerischen und internationalen Literatur zum Thema «Ingenieurmangel» bzw. zu verwandten Themen.

#### 3.1 Vorgehen

Zur Identifikation der Literatur, welche sich mit dem Ausmass bzw. der Messung und Quantifizierung des Konstrukts «Ingenieurmangel» mit den Ursachen und ökonomischen Auswirkungen dieses Phänomens befasst, haben wir die für das Thema wichtigsten Studiendatenbanken mit **Stichwortsuchen**<sup>6</sup> durchsucht.

Die folgenden **Datenbanken** wurden dabei berücksichtigt:

##### Schweiz:

■ Der Schweizerische Bildungsserver (SBS). Der SBS ist die offizielle Plattform für kantonale, interkantonale sowie gesamtschweizerische Bildungsinstitutionen und bietet Zugang zu den relevanten Informationen des schweizerischen Bildungswesen. Location: <http://www.educa.ch>.

■ Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung (SKBF). Die SKBF ist die gemeinsame Institution der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der Schweizerischen Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren und dokumentiert die Forschungsergebnisse schweizerischer Bildungsforschung. Location: <http://www.skbf-csre.ch>.

##### Deutschland:

■ SOEPlit: Ein Datenbank-gestütztes Informationssystem über Veröffentlichungen des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW) und externe Publikationen auf Basis des Sozio-ökonomischen Panels (SOEP). Location: <http://panel.gsoep.de>

■ Deutscher Bildungsserver (DBS): Der DBS ist eine von Bund und Ländern Deutschlands getragene Initiative. Er stellt als nationales Web-Portal Informationen aus wichtigen Bildungsbereichen mittels einem browserbasierten, benutzerfreundlichen Informationssystems über das Deutsche Forschungsnetz (DFN) einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung. Location: <http://www.bildungsserver.de>

■ SOFIS – Sozialwissenschaftliches Forschungsinformationssystem: SOFIS enthält Beschreibungen von geplanten, laufenden und in den letzten zehn Jahren abgeschlossenen sozialwissenschaftlichen Forschungsarbeiten aus der Bundesrepublik Deutschland, aus Österreich und der Schweiz (Bestand im Frühsommer 2007: fast 43.000 Dokumente). Location: <http://www.gesis.org/Information/FORIS>

##### International:

■ EconLit: EconLit indexiert die internationale ökonomische Literatur der letzten dreissig Jahre. Location: <http://www.econlit.org/index.html>

■ Amazon. Location: <http://www.amazon.de>, <http://www.amazon.com>

■ Google. Location: <http://www.google.ch/>

■ Google Scholar. Location: <http://scholar.google.com/>

<sup>6</sup> Nach folgenden Stichworten wurde gesucht: «Ingenieurmangel», «Ingenieurlücke», «Ingenieur» AND «Mangel», «shortage of engineers», «shortage» AND «engineer»

Darüber hinaus erhielten wir **Literaturhinweise** von folgenden Personen, welchen wir an dieser Stelle nochmals herzlich **danken** möchten:

■ Frau Dr. Corina Wirth, wissenschaftliche Beraterin beim Staatssekretariat für Bildung und Forschung (SBF). Zusammen mit dem Bundesamt für Berufsbildung und Technologie (BBT) arbeitet das SBF zurzeit an einem Bericht zum Thema «Fachkräftemangel in Natur- und Ingenieurwissenschaften». Frau Dr. Corina Wirth steht der dafür gebildeten Arbeitsgruppe vor. Hintergrund des Berichts sind vier parlamentarische Postulate auf eidgenössischer Ebene zu diesem Thema (Postulate Hochreutener (07.3538), Fetz (05.3508), Recordon (07.3747) und Widmer (07.3810)).

■ Herr Dr. Emanuel von Erlach, Bundesamt für Statistik (BfS), Sektion Gesundheit, Bildung und Wissenschaft, wissenschaftlicher Mitarbeiter und Leiter der Gruppe «Bildungssysteme» und Autor der Studie «Ausbildung in Naturwissenschaften, Mathematik und Technik. Eine statistische Analyse.».

Der weitere Aufbau dieses Kapitels sieht folgendermassen aus: *Abschnitt 3.2* gibt einen Überblick zur gesichteten Literatur und zeigt auf einen Blick, welche Dimensionen des Phänomens «Ingenieurmangel» jeweils behandelt wurden. *Abschnitt 3.3.1* fasst die wichtigste Literatur der Schweiz zusammen, *Abschnitt 3.3.2* diejenige Deutschlands und *Abschnitt 3.3.3* die relevanteste internationale Literatur. In *Abschnitt 3.4* werden die Erkenntnisse der Literaturanalyse hinsichtlich des Ausmasses, der Ursachen sowie der Auswirkungen des Ingenieurmangels zusammengefasst.

## 3.2 Übersicht

**Tabelle 5** ermöglicht einen schnellen Überblick über die gesichtete Literatur. Insbesondere zeigt die Tabelle, welche Dimensionen des Ingenieurmangels von den einzelnen Studien abgedeckt werden bzw. in welcher Dimension dieses Phänomens die jeweiligen Studien den Schwerpunkt haben. Zwei auffallende Punkte macht diese Darstellung sichtbar:

■ Nur **zwei Arbeiten**, nämlich Koppel (2007) sowie Koppel (2008) quantifizieren das **Ausmass des Ingenieurmangels**. Alle anderen in der Tabelle aufgeführten Studien gehen von der Annahme aus, dass es einen Ingenieurmangel gibt.

■ **Keine Studie** geht allfälligen **nachfrageseitigen Ursachen des Ingenieurmangels** nach. Einzig bei Koppel (2007) und Koppel (2008) sind Ansätze hierzu zu finden. Dies ist deshalb erstaunlich, weil ein allfälliger Ingenieurmangel das Resultat des Zusammenspiels von Angebot und Nachfrage ist. Die Fokussierung der Literatur auf angebotsseitige Ursachen kann damit erklärt werden, dass sich nachfrageseitige Ursachen in einer kompetitiven Wettbewerbsökonomie politisch bzw. staatlich kaum beeinflussen lassen. Demgegenüber steht die Möglichkeit, das Angebot an Ingenieuren/-innen durch politische Massnahmen z.B. im Bildungsbereich zu beeinflussen.

Die in Tabelle 5 aufgeführten Studien werden in den nachfolgenden Abschnitten einzeln im Rahmen von **Zusammenfassungen** besprochen. Die Zusammenfassungen werden dabei stets im Hinblick auf das Thema «Ingenieurmangel» vorgenommen.

Tabelle 5: Überblick Literatur

Studie	Kiener (2005)	Bigler (2007)	Eglin-Chappuis (2007)	Umbach-Daniel (2007)	von Erlach (2008)	Zwick und Renn (2000)	VDI (2004)	Heine et al. (2006)	Koppel (2007)	Koppel (2008)	Jacobsson et al. (Schweden, 2001)	Hemmo (OECD, 2005)	Brown und Linden (USA, 2008)
Land	CH	CH	CH	CH	CH	D	D	D	D	D	I	I	I
<b>Ausmass bzw. Quantifizierung des Ingenieurmangels</b>													
Bestimmung Ingenieurücke									x	x			
Quantifizierung Angebot				x	x				x	x		x	x
Quantifizierung Nachfrage		x					x		x	x			x
<b>Angebotsseitige Ursachen des Ingenieurmangels</b>													
Strukturelle Ursachen (Bildungssystem)											x		
Image der Ingenieure/-innen und der Technik	x		x			x						x	
Image von Ingenieur-Karrieren	x		x			x		x			x	x	
Technikunterricht und Bildungsbiografie			x			x		x				x	
Lehrerausbildung in Technik und Unterrichtsqualität			x			x						x	
Minderheiten und geschlechtsspezifische Faktoren			x			x		x				x	
<b>Nachfrageseitige Ursachen des Ingenieurmangels</b>													
<b>Auswirkungen des Ingenieurmangels</b>													
									x	x			
<b>Strategien gegen den Ingenieurmangel</b>													
Politische Strategien			x			x		x		x		x	
Massnahmen von Unternehmen							x		x	x			

Anmerkungen: CH: Schweiz, D: Deutschland, I: International

Quelle: Eigene Darstellung

Einzelne Titel, welche uns für das Thema relevant erscheinen, wir aufgrund von zeitlichen Restriktionen jedoch nicht eingehend analysieren konnten, möchten wir dennoch an dieser Stelle kurz aufführen:

- Schweiz: Poglia und Molo (2007): «Le choix des études universitaires: sciences sociales plutôt que sciences exactes et techniques? Enquête auprès des étudiantes et des étudiants débutant(e)s dans les hautes écoles universitaires en Suisse»
- Schweiz: Poglia et al. (2004): «Le choix des études universitaires en Suisse. Une enquête auprès des étudiant(e)s en sciences exactes, naturelles et techniques ainsi qu'en sciences sociales»
- Schweiz: Gilbert et al. (2003): «Promotion des femmes dans les formations supérieures techniques et scientifiques»
- Schweiz: Coradi Vellacott et al. (2003): «Keine Lust auf Mathe, Physik, Technik»
- Deutschland: Heine et al. (2006b): «Ingenieur- und Naturwissenschaften: Traumfach oder Albtraum? Eine empirische Analyse der Studienfachwahl»

Darüber hinaus sind im Sinne von Hintergrundinformationen zur Bildungslandschaft Schweiz relevant:

- Ryser und von Erlach (2007): «Bildungs mosaik Schweiz. Bildungsindikatoren 2007»
- Schmidlin (2003): «Akademiker und Akademikerinnen auf dem Arbeitsmarkt. Wo stehen die Hochschulabsolventen und –absolventinnen vier Jahre nach Studienabschluss?»
- Witmer (2006): «Hochschulabsolventen und Hochschulabsolventinnen auf dem Arbeitsmarkt. Erste Ergebnisse der Längsschnitbefragung 2005»
- Cappelli (2008): «Maturitäten und Übertritte an Hochschulen 2007»
- Diverse Publikationen zu PISA 2000, 2003 und 2006: <http://www.pisa.admin.ch/>

### 3.3 Ausgewählte Zusammenfassungen

#### 3.3.1 Schweiz

##### **Kiener (2005): «Zukunft Engineering. Eine Expertenbefragung in der Schweiz»**

■ Explorative Studie bzw. Expertenbefragung zum Thema «Zukunft Engineering» im Auftrag des ETH-Rates und des Bundesamtes für Berufsbildung und Technologie (BBT). Zwischen Mitte August und Anfang November 2004 wurden 20 Experten aus Industrie und Hochschulen im Rahmen von Face-to-Face Interviews befragt.

■ Die Experten konstatieren ein schlechtes Image von Engineering in der schweizerischen Gesellschaft, welches unter anderem für die zu tiefe Bereitschaft Jugendlicher, eine Ingenieur-Ausbildung in Angriff zu nehmen, verantwortlich gemacht wird. Ursachen des schlechten Images wiederum sehen die Experten in der Unsichtbarkeit des Engineerings im Alltag bzw. in der zunehmenden Intransparenz der Tätigkeit der Ingenieure/-innen, in der selektiven Wahrnehmung (Störungen und Unfälle werden den Ingenieuren/-innen zugeschrieben, nicht aber das Funktionieren) sowie in einer zunehmenden Verbreitung eines Pessimismus hinsichtlich der Zukunft des Engineerings.

■ Neben dem schlechten Image nennen die Experten weitere Gründe für den mangelnden Ingenieur-nachwuchs: «das Fehlen von Engineering-Laufbahnen, ein Wertewandel bei den Jugendlichen, welche entrepreneurship nicht mehr als Vorbild sehen, ein Wertewandel in der Gesellschaft, welche die Arbeit von Konstrukteuren geringer bewertet als die Arbeit im Softwarebereich oder im Verkauf».

■ Die Aussagen zu einem aktuell vorhandenen Ingenieurmangel widersprechen sich allerdings. Nicht alle interviewten Personen haben mit dem Ingenieurmangel zu kämpfen, nur eine Teilgruppe beklagt grosse Schwierigkeiten in der Besetzung offener Ingenieursstellen. Der Ingenieurmangel scheint verstärkt traditionelle Engineering-Bereiche zu betreffen, insbesondere Maschineningenieure/-innen. Hierfür werden nachfrageseitige Gründe ins Feld geführt: im Vergleich zum Dienstleistungssektor, zur Software-Entwicklung und zur chemischen Industrie zeichnen sich die traditionellen Engineering-Bereiche durch ein tieferes Lohnniveau und fehlende Karrierewege aus. Schlussendlich halten die Experten jedoch fest, dass die «Ingenieurlücke» mit ausländischen Ingenieur/-innen gedeckt wird und wurde. Insofern scheint fraglich, ob überhaupt von einer «Ingenieurlücke» gesprochen werden kann.

##### **Bigler (2007): «Ingenieurbedarf MEM-Industrie»**

■ Präsentation der Ergebnisse einer schriftlichen Unternehmensbefragung zum Thema «Ingenieurmangel» durch Swissmem, den Verband der Schweizerischen Maschinen-, Elektro- und Metall-Industrie. Die schriftliche Befragung wurde im Umfragezeitraum vom 11. Januar bis 5. Februar 2007 bei 920 angeschriebenen Mitgliedunternehmen durchgeführt. Der Rücklauf betrug 34 Prozent, was 312 Unternehmen mit insgesamt 87'000 Beschäftigten entspricht, von welchen 17 Prozent Ingenieure/-innen sind. Gemäss Swissmem betrug der Anteil der MEM-Industrie am Schweizer Bruttoinlandprodukt im Jahr 2005 19.3 Prozent und an den Exporten 39.4 Prozent. Mit rund 318'000 Beschäftigten sei sie überdies die grösste industrielle Arbeitgeberin.

■ Gemäss der schriftlichen Befragung fehlen den 920 Swissmem-Mitgliedunternehmen im Februar 2007 rund 1500 Ingenieur/-innen. Die Mitgliedunternehmen suchen zu zwei Dritteln Fachhochschul-Absolvent/-innen und zu einem Drittel ETH-Absolventen/-innen. 50 Prozent der antwortenden Unternehmen bekundeten (im Januar 2007) Mühe, Ingenieursstellen zu besetzen. Nur 7 Prozent meldeten keine Mühe, Ingenieurfachleute zu finden. Darüber hinaus rechnen 61 Prozent der befragten Unternehmen, in den nächsten drei Jahren mit einem zunehmenden Bedarf an Ingenieur/-innen. Lediglich 2 Prozent rechnen mit

einem abnehmenden Bedarf. Den grössten Bedarf bekundet die MEM-Industrie an Absolvent/-innen der Fachrichtungen Maschinenbau und Verfahrenstechnik sowie der Elektrotechnik.

### **von Erlach (2008): «Ausbildung in Naturwissenschaften, Mathematik und Technik. Eine statistische Analyse»**

■ Eine statistische Analyse der Ausbildung in **Naturwissenschaften, Mathematik und Technik (NMT)**, also eines breiteren Bereichs als derjenige der Ingenieur/-innen, in der Schweiz durch das Bundesamt für Statistik. Die Analyse gibt einen deskriptiv-statistischen Überblick über den Zustand und die Entwicklung von Kennzahlen zum Systemoutput der NMT-Ausbildung am Ende der Sekundarstufe I, auf der Sekundarstufe II sowie auf der Tertiärstufe.

■ Bezüglich der NMT-Ausbildung auf der Stufe **Sekundarstufe I** hält die Analyse fest, dass die Leistungen der 15jährigen Schüler/-innen der Schweiz in der **Mathematik** im Vergleich zur OECD überdurchschnittlich sind, was nicht zuletzt auf das überdurchschnittliche Interesse und den überdurchschnittlichen Glauben an die eigene Fähigkeiten in Mathematik sowie unterdurchschnittliche Mathematikangst zurückgeführt werden kann. Allerdings zeigt sich in diesen Variablen eine ausgeprägte Geschlechterdifferenz: Mädchen interessieren sich weniger für Mathematik, schätzen ihre Fähigkeiten in Mathematik schlechter ein und haben mehr Angst vor der Mathematik. Die geschlechterspezifischen Leistungsdifferenzen in Mathematik können mit diesen Variablen weitgehend erklärt werden.

Überdurchschnittlich sind auch die Leistungen der Schweizer Schüler/-innen am Ende der obligatorischen Schule in den **Naturwissenschaften**. Das Geschlecht hat in den Naturwissenschaften einen signifikant geringeren Einfluss auf die Leistungen als in der Mathematik. Auch die Leistungen in den Naturwissenschaften werden stark von der Einstellung zum Fach beeinflusst. Bezüglich dem Interesse an Naturwissenschaften liegt die Schweiz im OECD-Durchschnitt. Ausnahme bildet dabei das Fach Chemie: mit 59 Prozent ist der Anteil derjenigen, die sich für Chemie interessieren, fast 10 Prozentpunkte höher als im OECD-Durchschnitt. Bezüglich der Freude an den Naturwissenschaften bzw. der zukunftsgerichteten Motivation, naturwissenschaftliche Inhalte zu lernen, liegen die Schweizer Schüler/-innen unter dem OECD-Durchschnitt.

■ Bezüglich der **Sekundarstufe II** wird festgehalten, dass unter den **Einritten in eine berufliche Grundbildung** im Jahr 2006 sich 35 Prozent der Jugendlichen für eine der über 100 NMT-Ausbildungen entschieden haben. 18% haben sich dabei für einen Beruf aus dem Bildungsfeld «Ingenieurwesen und technische Berufe» (ISCED-Feld 52) entschieden. Während diese beiden Anteile seit 1995 relativ stabil blieben, erhöhte sich die absolute Zahl der Eintritte in eine berufliche NMT-Ausbildung seit 1995 von 24'000 im Jahr 1995 auf knapp 27'300 im Jahr 2006. Allerdings lässt sich ein ausgeprägter Geschlechterbias erkennen: nur 11 Prozent der Personen, welche im 2006 eine NMT-Ausbildung begonnen haben, sind weiblichen Geschlechts, im ISCED-Feld «52 Ingenieurwesen und technische Berufe» liegt dieser Anteil sogar bei nur 6 Prozent.

Ein analoges Bild zeigt sich bezüglich den **Abschlüssen in der beruflichen Grundbildung**. Während die Anzahl erteilter Berufsmaturitätszeugnisse seit 1996 von 2'278 auf 10'600 Abschlüsse um 365 Prozent gestiegen sind, konnten sich die erteilten Berufsmaturitätszeugnisse technischer Richtung «nur» verdoppeln: von 1'753 auf 3'358. Mit 13 Prozent ist dabei der Frauenanteil im 2006 tief, allerdings seit 1996 (9 Prozent) etwas gewachsen. Die Berufsmaturität technischer Richtung kann als Hauptzubringer für Fachhochschulstudien im NMT-Bereich bezeichnet werden.

Allerdings ist die **Übertrittsquote Berufsmaturität-Fachhochschule** mit 50 Prozent (2003) markant tiefer als die Übertrittsquote Maturität-Hochschule mit 90 Prozent. Die Übertrittsquote Berufsmaturität technischer Richtung – Fachhochschule liegt mit 70 Prozent (2003) dazwischen, wobei bei dieser Übertrittsquote wiederum eine ausgeprägte Geschlechterbias zu beobachten ist: sie liegt bei Männer durch-



schnittlich 20 Prozentpunkte höher als bei Frauen, darüber hinaus treten 90 Prozent der übergetretenen Männern in einen NMT-Studiengang ein. Dieser Wert beträgt bei den übergetretenen Frauen nur 80 Prozent.

Ein ähnliches Bild lässt sich bei **allgemein bildenden Gymnasien** beobachten. Der Anteil von Maturanden/-innen mit Maturitätstyp C oder einem Maturitätsstudiengang nach MAR mit einem NMT-Schwerpunkt dürfte zwischen 1990 und 2006 konstant rund einen Viertel betragen haben. Rund die Hälfte der C-Maturanden trat in ein Hochschulstudium im NMT-Bereich ein. Dieser Anteil betrug bei den Frauen jeweils nur 30 Prozent.

■ Bezüglich der **Tertiärstufe** hält die statistische Analyse fest, dass im Jahr 2005 14'600 **NMT-Diplome** ausgestellt wurden. Dies entspricht 16.1 Personen pro 1000 Einwohner der Altersklasse 20-29 – im internationalen Vergleich ein hoher Wert (EU: 13, USA: 10.6). Im internationalen Vergleich sehr niedrig ist allerdings der Anteil der NMT-Abschlüsse von Frauen; dieser beträgt in der Schweiz nur gerade 17 Prozent (EU: 31 Prozent). Die Verteilung der NMT-Abschlüsse auf die verschiedenen ISCED-Stufen unterscheidet sich in der Schweiz markant von derjenigen in der EU. 77 Prozent der NMT-Abschlüsse werden in der EU auf der Stufe ISCED 5A vergeben, in der Schweiz sind es nur 48 Prozent. Demgegenüber werden in der Schweiz 9 Prozent der NMT-Abschlüsse auf der Stufe ISCED6 vergeben, in der EU beträgt dieser Anteil nur 4 Prozent. Schlussendlich werden 43 Prozent der NMT-Abschlüsse in der Schweiz auf der Stufe ISCED 5B vergeben (EU: 19 Prozent), was den hohen Stellenwert der höheren Berufsbildung in der Schweiz unterstreicht.

Dieser Anteil ist seit 1996 rückläufig, da im Gegensatz zur gesamten höheren Berufsbildung, deren Abschlusszahlen zwischen 1996 und 2006 um 35 Prozent zulegten, die Abschlusszahlen im Bereich NMT um 12 Prozent gesunken sind. Die Hälfte der Abschlüsse im NMT-Bereich der höheren Berufsbildung wurden 2006 im ISCED-Feld «52 Ingenieurwesen und technische Berufe» vergeben. Zwischen 2000 und 2006 erhöhten sich die Fachhochschulabschlüsse von 2000 auf über 10'200. Dieses starke Wachstum ist auf die **Einrichtung des Fachhochschulsystems** zurückzuführen, dessen Aufbau sich kurz vor dem Abschluss befindet. Der Bereich NMT konnte dabei nur unterdurchschnittlich wachsen: von 1137 Abschlüssen im 2000 auf 2696 im 2006, weshalb der **NMT-Anteil** auf der Ebene der Fachhochschulen in der gleichen Periode **von 57 Prozent auf 26 Prozent** fiel. Nur gerade 10 Prozent der NMT-Fachhochschulabschlüsse wurde von Frauen erzielt, im Bildungsfeld «Ingenieurwesen und technische Berufe» betrug der Frauenanteil nur 4 Prozent, im Bildungsfeld «Informatik» 6 Prozent.

Auch an den **universitären Hochschulen** wuchsen die Abschlusszahlen zwischen 1996 und 2006 von 8'660 auf 10'169. Nicht so die Anzahl **NMT-Abschlüsse**, welche **ungefähr konstant blieben**. Die eher technischen Bildungsfelder mussten sogar einen leichten Rückgang der Abschlusszahlen verzeichnen. Auch hier ist ein starker wenn auch abnehmender Geschlechter-bias festzustellen: der Frauenanteil an den NMT-Hochschulabschlüssen betrug 1996 23 Prozent, im Jahr 2006 31 Prozent. In den ISCED-Feldern «52 Ingenieurwesen und technische Berufe» bzw. «48 Informatik» ist der Frauenanteil mit 14 bzw. 15 Prozent noch tiefer.

### **Eglin-Chappuis (2007): «Studienfachwahl und Fächerwechsel. Eine Untersuchung des Wahlprozesses im Übergang vom Gymnasium an die Hochschule»**

■ Der Schweizerische Wissenschafts- und Technologierat (SWTR) beauftragte das Zentrum für Wissenschafts- und Technologiestudien (CEST) mit der Ausarbeitung dieser Studie zur Wahl des Studienfachs. Die Studie umfasst schwerpunktmässig einen Literaturbericht, die Aufarbeitung eines Inventars zur Information und Orientierung sowie eine Befragung von 15 Maturanden/-innen und 20 Studienanfänger/-innen im Rahmen von qualitativen Interviews, welche zwischen Mai und August 2006 vorgenommen wurden.

■ Der sehr umfassende und lesenswerte **Literaturbericht** betont, dass dem Interesse bei der Studienfachwahl die zentrale Rolle zukommt. Da nach der Interessentheorie von Krapp **Interesse** zuerst geweckt, dann stabilisiert wird und schlussendlich die Form eines andauernden Interesses annimmt, kommt der biografischen Interaktion zwischen Person und Umwelt, die bereits in einem frühen Alter einsetzt, eine entscheidende Bedeutung zu. Voraussetzung für die Stabilisierung von Interesse ist dabei die positiv empfundene und emotional befriedigende Beschäftigung mit dem interessierenden Gegenstand. Die Forschung geht heute davon aus, dass die Stabilisierung des Interesses auf der unteren Sekundarstufe oder noch früher stattfindet, so dass es fraglich ist, ob ein Interesse für Technik später überhaupt noch geweckt und stabilisiert werden kann. Auf diesem Hintergrund ist es nicht verwunderlich, dass vergangenheitsbezogene Faktoren die Studienfachwahl entscheidend mit beeinflussen. Relevante vergangenheitsbezogene Faktoren sind die fachliche Orientierung (fachliche Koppelung zwischen Sekundarstufe II und Tertiärstufe), die bisherigen Leistungen sowie damit verbunden die Wahrnehmung der eigenen Fähigkeiten und Kompetenzen.

■ **Vergangenheitsorientierte Faktoren** sind für die Studienfachwahl um einiges bedeutender als zukunftsorientierte Faktoren wie die Einschätzung des Arbeitsmarktes, das erwartete Einkommen, das mit dem Beruf verbundene gesellschaftliche Prestige etc. Überhaupt spielt die extrinsische Motivation, die berufliche Aussichten betrifft, verglichen mit der intrinsischen Motivation eine untergeordnete Rolle. Die qualitativen Interviews zeigen denn auch, dass sich die Überlegungen zur Studienfachwahl in erster Linie auf das Studium selbst beziehen.

■ Der **Beurteilung der eigenen Fähigkeiten** kommt bei «wissenschaftlichen» Studienfächern («sciences») – und dazu gehören auch die Ingenieurwissenschaften – eine bedeutendere Rolle zu. Nicht zuletzt ist dies eine Ursache dafür, dass Frauen weniger naturwissenschaftliche und insbesondere ingenieurwissenschaftliche Studienfächer wählen. Denn Frauen schätzen ihr Leistungsvermögen grundsätzlich kritischer ein als ihre männlichen Altersgenossen. Ein weiterer Grund für den tiefen Anteil der Frauen in diesen Fächern liegt im biografischen Prozess der Interaktion mit der Umwelt: Frauen werden bezüglich Technik weniger motivierenden Erfahrungen ausgesetzt. Darüber hinaus fehlen entsprechende Rollenbilder, und die extrinsische Motivation hat bei Frauen eine geringere Bedeutung bei der Studienfachwahl, was ebenfalls die Wahl von geistes- und sozialwissenschaftlichen Studienfächern begünstigt.

■ Ebenfalls eine untergeordnete Rolle bei der Studienfachwahl spielen Informationen zum Studium, zu Studiengängen und zu Berufen. Denn diese Information wird zumeist nur innerhalb eines eng definierten (Interessens-)Rahmen genutzt und dient so in den meisten Fällen der Konkretisierung der Studienwahl im Rahmen einer bereits festgelegten Grundorientierung (Naturwissenschaften, Geisteswissenschaften etc.) oder sogar nur gerade der Bestätigung eines bereits vorgenommenen Studienfachentscheids: «Fest steht, dass man nicht einfach die Interessen Studierwilliger durch mechanisch optimierte Information und Orientierung umpolen kann.» (S. 175).

■ In einem eigenen Kapitel (6.2.1, S180ff) zieht die Autorin Schlussfolgerungen (und Handlungsempfehlungen) für das Problem der bezüglich dem volkswirtschaftlichen Bedarf zu geringen Nachfrage nach exakten, technischen und naturwissenschaftlichen Studiengängen. Die Autorin zieht diesbezüglich folgendes Fazit, wobei sich dieses insbesondere auf das für exakte, technische und naturwissenschaftliche Studiengänge **grösste Potential junger Frauen** bezieht: «Das Fazit geht somit dahin, dass die Einflussnahme im Prozess der Interessensbildung der beste Ansatzpunkt ist, um Veränderungen in der Verteilung der Präferenzen auf Fachbereiche und Fächer herbeizuführen. Auch aus der Literaturübersicht folgt, dass eine Interessensweckung auf der Sekundarstufe, mit Vorteil auf der unteren Sekundarstufe, erfolgen sollte oder könnte. Schulische Erfahrungen, und damit die Qualität des Unterrichts in massgeblichen Fächer, fallen positiv oder negativ ins Gewicht, auch wenn diese in Konkurrenz mit dem ‚ausserschulischen Lehrplan‘ und der sozialen Kontrolle durch die ‚peer groups‘ stehen.».

### **Umbach-Daniel (2007): «Ingenieur-Nachwuchs Schweiz 2007. Entwicklung des Ingenieurangebots an universitären Hochschulen und Fachhochschulen»**

■ Diese deskriptive Studie zur Entwicklung des Ingenieurangebots an universitären Hochschulen und Fachhochschulen wurde im Auftrag des Vereins «Engineers Shape our Future IngCH» erstellt. Die Studie beschreibt die quantitative **Entwicklung der Ingenieur-Absolventen/-innen und der Eintritte** in ingenieurwissenschaftliche Studiengänge zwischen 1997 und 2006. Die detaillierte quantitative Analyse wird bis auf die Ebene der einzelnen Fachrichtungen vorgenommen. Dabei wird auch die Entwicklung der Anteile von Frauen und Bildungsausländern/-innen dargestellt.

### **3.3.2 Deutschland**

#### **Zwick und Renn (2000): «Die Attraktivität von technischen und ingenieurwissenschaftlichen Fächern bei der Studien- und Berufswahl junger Frauen und Männer»**

■ Diese Studie der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg untersucht die Studienfachwahl mit besonderem Augenmerk auf der **Wahl von ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen**. Sie basiert auf einer schriftlichen Befragung von 667 Personen – 236 Studienanfänger/-innen in den Fächern Bauwesen, BWL, Chemie und Germanistik (im Sinne von Repräsentanten der Kulturwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften, Mathematik und Naturwissenschaften sowie Ingenieurwissenschaften) an der Universität Stuttgart sowie 431 Schüler/-innen der 12. und 13. Jahrgangsstufe an Gymnasien im Raum Stuttgart.

■ Dabei wurde der Einfluss von mehr als 80 Variablen auf die Studienfachwahl untersucht, wobei sich für die Präferenz eines ingenieurwissenschaftlichen Studienganges **fünf Variablen als statistisch signifikant** erwiesen (geordnet nach der Stärke des Einflusses): 1. Besondere Leistungsfähigkeit im Schulfach Technik (positiv), 2. Anzahl der Tipps für ein ingenieurwissenschaftliches Studienfach (positiv), 3. Wahrnehmung verbesserter Arbeitsmarktchancen (negativ), 4. Das Fach entspricht persönlichen Neigungen und Begabungen (positiv), 5. Sprach- oder kulturwissenschaftlicher Leistungskurs (negativ).

■ Die erste Variable zeigt, dass sich bereits die Wahl der **Schulform auf der Sekundarstufe II** als ein gewisses Präjudiz für die Studienfachwahl erweist. Denn das Fach Technik gibt es nur in technischen Gymnasien. Der Besuch eines technischen Gymnasiums stellt für rund die Hälfte der Befragten eine Vorentscheidung für die Wahl eines ingenieurwissenschaftlichen Studienganges dar. Analog dazu zeigt sich auch für allgemein bildende Gymnasien (wo es das Fach «Technik» nicht gibt), dass der Besuch eines Leistungskurses sowie die Einschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit in bestimmten Fächern die Studienfachwahl signifikant beeinflussen. Der Besuch eines Leistungskurses sowie die Leistungsfähigkeit korrelieren dabei stark mit dem Interesse bzw. den Neigungen für die entsprechenden Fächer und weisen einen starken Geschlechter-Bias auf.

■ Generell gilt, dass die Studienfachwahl von Lust und fachlichen Interessen und **nicht von der Erwartung guter Berufsaussichten dominiert** wird: «Weder die ‚objektiven‘ Tatsachen der Hochschul- oder Berufswelt noch extrinsische Imagemerkmale von Studienfächern sind der Ausgangspunkt der Studienfachentscheidung, sondern höchst individuelle Neigungen, Erfahrungen, Hoffnungen und Interessen». Die fachlichen Interessen stehen dabei allerdings zu Beginn der Sekundarstufe II (und bei Gymnasiasten deshalb bereits vor der Leistungskurswahl) bereits hochgradig fest. Technische Berufe setzen deshalb ein Mindestmass an technischem Interesse und Technikbegeisterung voraus, wobei diese in einem «Prozess

der ‚biographischen Erfahrungsaufschichtung‘ angeeignet und durch gesellschaftlichen Institutionen – Schule, Berufsausbildung, -beratung, Bundeswehr usw. – sukzessiv verstärkt werden».

Zwei Punkte sind in diesem Zusammenhang wichtig. Zum einen ist der Ausgangspunkt dieses Erfahrungsprozesses das kindliche Spielverhalten und die **handwerklich-technische Hobbys der Väter**. Mit der zunehmenden Vaterlosigkeit der Gesellschaft infolge hoher Scheidungsrate und zunehmender Zeitknappheit verliert eine solche Technik-Sozialisation im jüngsten Alter an Bedeutung. Zum anderen ist die Geschlechterbias auf allen Erfahrungsstufen gleichgerichtet, so dass in der Summe typisch männlich und typisch weibliche Welten und hochgradig geschlechtsspezifischen Interessen resultieren (geschlechtsspezifische Sozialisation). Auf diesem Hintergrund dürfte die Erschließung stiller Reserven von natur-, technik- und ingenieurwissenschaftlich interessierten Frauen schwierig werden. Die Autoren ziehen deshalb folgendes Fazit: «Wer technische Berufe fördern will, muss dafür sorgen, dass von klein auf Technikbegeisterung und technische Interessen geweckt werden, und im weiteren Lebensverlauf institutionelle Weichenstellungen diesen Weg nicht blockieren».

#### **VDI (2004): «Fachkräftemangel bei Ingenieuren. Aktuelle Situation und Perspektiven»**

■ Präsentation der Ergebnisse einer schriftlichen **Befragung von 332 Unternehmen** der Industrie und der technischen Dienstleistung in Zeitraum von September bis November 2003, durch das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) im Auftrag des Vereins Deutscher Ingenieure e.V. (VDI).

■ 95 Prozent der antwortenden 332 Unternehmen geben an, in den letzten fünf Jahren Einstellungsbedarf für Ingenieur/-innen gehabt zu haben. 42 Prozent der antwortenden Unternehmen gaben an, zur Zeit **Probleme bei der Besetzung offener Positionen für Ingenieur/-innen** zu haben. 64 Prozent gaben an, in konjunkturstarken Zeiten Probleme bei der Besetzung von Ingenieurstellen gehabt zu haben. Dabei wurden insbesondere Probleme bei der Besetzung von Stellen im Bereich Forschung und Entwicklung (30 Prozent), gefolgt von Konstruktion (24 Prozent) und Vertrieb/Marketing rapportiert.

■ 83 Prozent der antwortenden Unternehmen gehen davon aus, dass es **in den nächsten 5 bis 10 Jahren in Deutschland einen Ingenieurmangel** geben wird, was von den Unternehmen vorrangig einerseits auf eine zu geringe Anzahl Studenten ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge, andererseits auf eine steigende Nachfrage nach Ingenieur/-innen zurückgeführt wird. Die Unternehmen befürchten, dass der Ingenieurmangel zu einer Verringerung der Wettbewerbsfähigkeit (80 Prozent Zustimmung), zu einer Verlangsamung von Innovationsprozessen (76 Prozent Zustimmung) sowie zu höheren Lohnkosten (67 Prozent Zustimmung) führen wird.

#### **Heine et al. (2006a): «Bestimmungsgründe für die Wahl von ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen»**

■ Diese Studie, welche im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Rahmen der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands erstellt wurde, identifiziert die zentralen **Gründe und Faktoren** für die Wahl bzw. Nicht-Wahl von **natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studienrichtungen** bei studienberechtigten Schulabgängern in Deutschland. Der Studie liegt ein Datensatz von 20'360 Befragten aus drei Studienberechtigtenjahrgänge zu Grunde.

■ Heine et al. halten fest, dass das **Potential an Studienberechtigten «keinen Engpass** für einen Ausbau ingenieur- oder naturwissenschaftlicher Qualifikationen» darstellt, da dieses zwischen 1980 und 2003 um satte 66 Prozent gestiegen ist. Demgegenüber steht ein anhaltend **tiefes Interesse** an Physik und Chemie an allgemein bildenden Schulen der **Sekundarstufe II** sowie deutlich sinkende Zahlen von Schüler/-innen an Fachoberschulen mit technischer Fachausrichtung.

Letztere Entwicklung ist deshalb problematisch, weil die Absolvierung einer beruflichen Schule mit einem technischen Schwerpunkt die Wahrscheinlichkeit, ein Studium der Ingenieurwissenschaften zu wählen, markant erhöht. Das Fazit zu den Entwicklungen und zum Status Quo auf der Sekundarstufe II: «Insgesamt

samt zeigen die für die Schulzeit beobachtbaren fachlichen und thematischen Schwerpunkte und Interessen, dass eine Ausweitung von Bildungsverläufen, die mit grosser Wahrscheinlichkeit auf die Wahl eines natur- oder ingenieurwissenschaftlichen Studienfaches zulaufen, nicht zu erkennen ist.»

■ Positiv beeinflussen die folgenden Faktoren die Wahl eines ingenieurwissenschaftlichen Studiums: **Einschätzung der eigenen Leistungsstärke im technischen Bereich**, Besuch einer beruflichen Schule, insbesondere von beruflichen Schulen mit technischer (oder handwerklicher) Ausrichtung, Besuch eines technischen Fachgymnasiums, Wahl von Leistungskursen in Mathematik und Physik.

■ Negative Effekte haben demgegenüber die Zugehörigkeit zum **weiblichen Geschlecht**, die Zugehörigkeit zu **höheren sozialen Schichten** sowie der Wunsch, eine leitende Position einzunehmen. Eine Analyse von Fachwechseln weist darauf hin, «dass sich Interessen an bzw. Ablehnungen von ingenieur- und naturwissenschaftlichen Fächern früh bilden, fest gefügt und daher kaum mehr zu revidieren sind.»

### **Koppel Oliver (2007): «Ingenieurmangel in Deutschland – Ausmass und gesamtwirtschaftliche Konsequenzen»**

■ Diese Studie wurde im Auftrag des Vereins Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) erstellt und behandelt **Ausmass, Ursachen sowie Auswirkungen des Phänomens «Ingenieurmangel»**. Die Ergebnisse basieren auf einer Online-Befragung von insgesamt 3'364 Unternehmen.

■ Die sektoralen Befragungsergebnisse zeigen, «dass eine Branche in der Tendenz umso eher vom Ingenieurmangel betroffen ist, je höher ihre durchschnittliche Forschungs- und Innovationsintensität ausfällt.» Deshalb betrifft der Ingenieurmangel verstärkt forschungs- und innovationsstarke Industriebranchen sowie wissensintensive Dienstleistungsbranchen.

■ Gemäss der Unternehmensbefragung konnten im abgelaufenen Jahr 2006 insgesamt 47'998 vollzeit-äquivalente Ingenieurstellen unfreiwilligerweise nicht besetzt werden – dies entspricht mehr als der Stärke eines gesamten Jahrgangs an Ingenieurabsolventen/-innen.

■ Bewertet man diese unfreiwillig vakanten Vollzeit-äquivalenten Ingenieurstellen pro Branche mit der branchendurchschnittlichen Wertschöpfung pro Erwerbstätigen, resultiert ein **gesamtwirtschaftlicher Wertschöpfungsverlust von 3.48 Milliarden Euro**. Dieser Wert wird als konservative Untergrenze interpretiert, da das Berechnungsverfahren nur Erstrundeneffekte berücksichtigt und davon ausgegangen werden kann, dass die Wertschöpfung eines Ingenieurs eigentlich signifikant höher ist als der Durchschnitt von anderen Berufsgruppen in einer Branche.

■ Die Studie verortet die **Ursachen des Ingenieur Mangels angebotsseitig**, in einem Engpass «in Bezug auf Absolventen besonders innovationsrelevanter Studiengänge». In diesem Sinne wies Deutschland im Jahr 2006 pro 1000 Beschäftigte nur 0.93 Hochschulabsolventen im Bereich der Ingenieurwissenschaften und Bauwesen aus. Ein Wert, der fast vier Mal tiefer als in Finnland (3.42 ingenieurwissenschaftliche Absolventen pro 1000 Beschäftigte) ausfällt.

### **Koppel (2008): Ingenieur lücke in Deutschland Ausmass, Wertschöpfungsverlust und Strategien**

■ Diese Studie wurde wiederum im Auftrag des Verbands Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) erstellt und quantifiziert die Entwicklung der Ingenieur lücke zwischen Januar 2005 und März 2008.

■ Die Ingenieur lücke wird dabei für einen Zeitpunkt als Differenz des gesamtwirtschaftlichen Angebots an Ingenieuren/-innen und der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage nach Ingenieuren/-innen definiert. Die gesamtwirtschaftliche Nachfrage nach Ingenieuren/-innen wird mit der hochgerechneten Anzahl offener Ingenieurstellen, welche der Bundesagentur für Arbeit zu einem entsprechenden Zeitpunkt gemeldet sind, operationalisiert. Die dem Bundesagentur für Arbeit gemeldeten offenen Ingenieursstellen müssen hochgerechnet werden, da nur ein unbekannter Anteil aller offenen Ingenieurstellen gemeldet wird. Diese Meldequote bezüglich offener Ingenieursstellen wird durch eine repräsentativen Unternehmensumfrage

erhoben, wobei für die Berechnung der Meldequote nur die Antworten von Unternehmen herangezogen werden, die zum Befragungszeitpunkt Ingenieure/-innen beschäftigen oder aber deren erstmalige Beschäftigung aktuell erwägen.

Basierend auf diesem Verfahren resultierte eine **Meldequote für Ingenieure** in der Höhe von **12.9%**, was ein deutlich tieferer Wert darstellt als die Meldequote bezüglich allen Berufen (44 Prozent). Dies bedeutet, dass in Deutschland der Bundesagentur nur rund jede achte offene Ingenieursstelle gemeldet wird bzw. dass die **gemeldeten offenen Ingenieursstellen mit dem Faktor 7.7 hochgerechnet** werden müssen, um die gesamtwirtschaftliche Nachfrage nach Ingenieuren zu erhalten. Demgegenüber wird das gesamtwirtschaftliche Angebot an Ingenieuren mit der Anzahl stellensuchender Ingenieure operationalisiert. Ein Vergleich der Nachfrage mit dem Angebot führt zu dem Schluss, «dass bereits seit Mitte des Jahres 2005 ein manifester und in seinem Ausmass seitdem deutlich zunehmender Nachfrageüberhang existiert. Im Durchschnitt des Jahres 2007 betrug die zugehörige Ingenieurücke etwa 69'600 Stellen und hat sich damit im Vergleich zum Jahr 2006, als diese Lücke durchschnittlich etwa 48'400 Stellen betrug, nochmals um knapp 44 Prozent erhöht».

■ Bewertet man die Ingenieurücke mit einem **Wertschöpfungsbeitrag eines durchschnittlichen Ingenieurs** (102'961 Euro), so resultiert ein konservativ geschätzter Wertschöpfungsverlust für die Deutsche Ökonomie in der Höhe von mindestens 7.2 Milliarden Euro.

■ Die Studie zeigt darüber hinaus, dass die **Deutsche Ingenieursersatzrate** bereits im Jahr 2004 weniger als 1, nämlich **0.9 betrug**, was im internationalen Vergleich ein tiefer Wert darstellt (Schweden führt die Rangliste mit einem Wert von 4.7 an).

### 3.3.3 International

#### **Jacobsson et al. (2001): «Alternative Specifications of the Institutional Constraints to Economic Growth – Or Why Is There a Shortage of Electronic Engineers and Computer Scientists in Sweden?»**

■ In der öffentlichen Debatte Schwedens zur strukturellen Schwäche der schwedischen Ökonomie in wissensintensiven Wirtschaftszweigen, die das ökonomische Gesamtwachstum überdurchschnittlich beeinflusst, wurde immer wieder der tiefe Anteil von Ingenieuren/-innen und Naturwissenschaftler/-innen beklagt. Diesem tiefen Anteil steht ein Nachfrageüberhang nach Ingenieuren/-innen und Naturwissenschaftler/-innen, insbesondere nach Informatiker/-innen und Elektroingenieuren/-innen, gegenüber. Dieser tiefe Anteil sowie dieser Nachfrageüberhang wurde in der öffentlichen Debatte darauf zurückgeführt, dass die Anreize, Informatik oder Elektroingenieurwissenschaften zu studieren, zu gering seien. Die **Bildungsrenditen** von naturwissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen seien **zu tief**, einerseits aufgrund der flachen Einkommensverteilung Schwedens, andererseits aufgrund der hohen Steuern in Schweden. Als empirische Verankerung dieser Argumentationskette wurden Absolventenzahlen ins Feld geführt.

■ Jacobsson et al. weisen jedoch richtigerweise darauf hin, dass von Absolventenzahlen aus Studiengängen der Ingenieurwissenschaften und Informatik nicht auf die Nachfrage nach diesen Studiengängen geschlossen werden kann, da die **Absolventenzahlen** eine Funktion des **Zusammenspiels zwischen Angebot und Nachfrage** sind. Darüber hinaus zeigen sie, dass die Bildungsrenditen von tertiären Studiengängen der Informatik und der Elektroingenieurwissenschaften substantiell höher sind als diejenigen der meisten anderen tertiären Studiengänge. Sie kommen zum Schluss, dass der Ingenieurmangel auf **mangelnde Möglichkeiten**, entsprechende **tertiäre Ausbildungen zu absolvieren**, zurückzuführen ist: «In our view, the most fruitful specification of the institutional problem in Sweden is therefore that



there has been a *lack of diversity* in the higher educational system which has led to a lack of opportunities to study for all but the ‚elite‘».

■ Die Autoren gehen davon aus, dass die Nachfrage nach Ingenieuren und Informatikern weiter zunehmen wird und deshalb die Anzahl Absolventen/-innen entsprechender Studiengänge substantiell erhöht werden muss. Das ist nur dann möglich, wenn das **Interesse an Technik und Naturwissenschaften** bereits auf der Sekundarstufe II (oder noch früher) erhöht werden kann – insbesondere bei den Schülerinnen.

### **Hemmo (2005): «Declining enrolment in S&T studies: Is it real? What are the causes? What can be done?»**

■ Diese Studie wurde im Auftrag des Global Science Forums der OECD erstellt und umfasst Datenmaterial von 18 Ländern der OECD. Sie untersucht **Ausmass und Ursachen** der Entwicklung des Angebots von Studenten/-innen und **Absolventen/-innen in «Science & Technology (S&T)»** (ISCED-Felder «4 Science» und «5 Engineering, manufacturing and construction» bezogen auf die ISCED-Stufen 5 (A und B) und 6.

■ Bezüglich dem Ausmass hält die Studie fest, dass die absoluten Zahlen der S&T-Studenten zwischen 1985 und 2003 trotz ungünstiger demographischer Entwicklung gestiegen sind, während der relative Anteil von S&T seit den 90ern jedoch im Fallen ist. Der Rückgang der Anteile von Physik und Mathematik war derart ausgeprägt, dass für eine Vielzahl der Länder sogar ein Rückgang der absoluten Zahlen zu beobachten war. Die Anteile von Lebenswissenschaften bzw. Ingenieurwissenschaften blieben über die beobachtete Periode hingegen stabil, während die Zahlen der Informatik explodierten. Der **Frauenanteil in S&T** ist zwar über die letzten Jahre gewachsen, die Anteile differieren aber sehr stark nach Fachrichtung. Die Anteile der Bildungsausländer in S&T sind ebenfalls gestiegen.

■ Bezüglich den Ursachen für die stagnierenden bis abnehmenden Absolventenzahlen in S&T unterscheidet die Studie basierend auf einer internationalen Literaturrecherche zwischen: (1) Gesellschaftlicher Kontext, (2) Image von S&T, von S&T-Berufstätigen und von S&T-Karrieren, (3) Ausbildung und Qualifikation der Lehrer/-innen sowie (4) Geschlecht und Minderheiten.

#### **■ Ursachen I: Gesellschaftlicher Kontext:**

- Mit der Erhöhung der Abschlussquote von Ausbildungen im tertiären Bereich kommen verstärkt neue Schichten an die Universitäten. Insbesondere mehr Frauen, mehr Minderheiten und mehr soziale tiefere Schichten; diese wählen weniger Ausbildungen in S&T.
- Das erhöhte Angebot an Studiengängen führte grundsätzlich zu einer verstärkten Konkurrenz für S&T-Lehrgänge.
- Die Gesellschaft ist grundsätzlich weniger materialistisch orientiert, so dass die guten Berufsaussichten für S&T-Absolventen weniger zum Tragen kommen.
- Potentielle Studierende, welche sich stark an Geld und Karriere orientieren, wählen verstärkt Medizin, Ökonomie und Recht.
- Die zunehmend vaterlose Gesellschaft führt dazu, dass Kinder weniger technisch und naturwissenschaftlich sozialisiert werden, was zu vermindertem Interesse für S&T führt.
- Die Medien berichten im Zusammenhang mit S&T verstärkt über negative Nebeneffekte von S&T (z.B. globale Erwärmung).

#### **■ Ursachen II: Image von S&T, von S&T-Berufstätigen und S&T-Karrieren:**

- Das Prestige von S&T-Berufstätigen hat insbesondere in den hochentwickelten Industrieländern abgenommen. Technologie wird als gegeben betrachtete und S&T-Berufe werden zunehmend als gleichwertig zu anderen Berufen wahrgenommen.

- Der soziale Nutzen von S&T hat in der Wahrnehmung der Gesellschaft abgenommen, so dass Ausbildungen im S&T-Bereich für Kinder und Jugendliche mit sozialem Interesse nicht attraktiv wirken.
- Das Einkommen von S&T-Berufstätigen wird auf dem Hintergrund des Ausbildungsaufwand als zu tief betrachtet.
- Balanced Worklife und Autonomie in S&T-Berufskarrieren werden negativ eingeschätzt.
- Der Lifestyle von S&T-Berufstätigen wird als negativ, «nicht sexy» eingeschätzt, was vor allem auf die von den Medien transportierten Berufsbilder zurückzuführen ist
- Die Massenentlassungen in den 90ern, welche auch S&T-Berufstätigen betroffen haben, haben das Vertrauen in die Job-Sicherheit von S&T-Berufstätigen nachhaltig geschwächt. Der Arbeitsmarkt wird von angehenden Studierenden zunehmend als nicht prognostizierbar eingeschätzt, was den Studienfachentscheid Richtung «offener» Ausbildungsrichtungen (insb. Betriebswirtschaft und Recht) beeinflusst.
- Die Karrieren-Mobilität von S&T-Berufstätigen wird im Vergleich zu anderen Studienfachrichtungen, insbesondere Recht und Betriebswirtschaft als gering eingeschätzt, da S&T-Ausbildungen mit einem hohen Grad an Spezialisierung gleichgesetzt werden.
- Das Wissen über S&T-Karrieren und insbesondere das Wissen über die Breite dieser Karrieren ist bei Kindern und Jugendlichen ungenügend.

### ■ Ursachen III: S&T-Ausbildung und Bildungsbiographie

- **Primarstufe:** im naturwissenschaftlichen Unterricht auf der Primarstufe liegt die Betonung auf der Theorie. Eine praktische und experimentelle Herangehensweise wäre für die Weckung und Stabilisierung des Interesses für S&T zweckdienlicher. Das Problem ist, dass die späteren Selektionsprozesse (Übergang Primarstufe – Sekundarstufe I und Sekundarstufe I – Sekundarstufe II) nur das theoretische Wissen berücksichtigen. Bereits auf der Primarstufe werden naturwissenschaftliche Themen als schwierig beurteilt, was das Selbstkonzept (Einschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit) negativ beeinflusst. Das Selbstkonzept jedoch ist stark mit Interesse und der effektiven Leistungsfähigkeit korreliert.
- **Sekundarstufe I und II:** Erstens fehlt im naturwissenschaftlichen Unterricht der Bezug zur wahrgenommenen Wirklichkeit der Schüler («I know all about elements and compounds and mixtures and that atoms have little circles and dots and how to use a Bunsen burner but I don't know what that has to do with anything», Zitat einer 15 jährigen Schülerin, S. 67). Zweitens wird der Unterricht als schwierig, kompliziert, unverständlich und irrelevant für das eigene Alltagsleben wahrgenommen. Drittens ist der naturwissenschaftliche Unterricht auch auf den Sekundarstufe I und II zu theoretisch, was der Ausbildung des Interesses für S&T nicht förderlich ist. Viertens müssen die Schüler eine erste berufliche Weichenstellung im Alter von 15 Jahren vornehmen, zu einem Zeitpunkt, in welchem das Interesse für S&T nachweislich am tiefsten ist. Fünftens sind die Inhalte des S&T-Unterrichts auf den Sekundarstufen I und II in der Wahrnehmung der Schüler/-innen von «real» S&T abgekoppelt. Unter «real» S&T verstehen die Schüler/-innen dabei das neueste, noch nicht stabilisierte Wissen von S&T, welches über die Medien kommuniziert wird.
- **Tertiärstufe:** Erstens entscheiden sich Studenten, welche der Ansicht sind, dass «soft skills» und «social skills» für das spätere Arbeitsleben wichtig sind, weniger für S&T, da solche Kompetenzen in S&T-Studiengängen überhaupt nicht oder nur ungenügend vermittelt werden. Zweitens gelten S&T-Studiengänge als sehr anspruchsvoll und schwierig, so dass sich schwächere Schüler/-innen, Schüler/-innen aus sozial tieferen Schichten (Risikoaversion, Tendenz zu kurzen Lehrgängen) sowie weibliche Schülerinnen (tieferes Selbstkonzept) weniger für S&T-Studiengänge entscheiden («success expectancy»). Drittens ist in der Wahrnehmung der Studenten/-innen den Studiengän-



gen in S&T ein hohes Mass an Spezialisierung eigen, was der Tendenz zu «offenen» Studiengängen entgegenläuft.

#### ■ Ursachen IV: Ausbildung und Qualifikation der Lehrer

- **Primarstufe:** Erstens fehlen vielen Lehrern auf den Primarstufen die entsprechenden didaktischen Fähigkeiten, um S&T zu unterrichten. Zweitens haben viele Lehrer auf der Primarstufe hinsichtlich der Vermittlung von S&T-Inhalten ein schlechtes Selbstvertrauen, so dass sie solche Themen meiden. Drittens fehlt vielen Lehrern überhaupt das nötige Wissen in S&T.
- **Sekundarstufe I und II:** Viele Lehrer haben infolge mangelnder Weiterbildung und infolge der rasanten Entwicklung in S&T veraltetes Wissen. Die Schüler/-innen interessieren sich jedoch für das aktuellste, teilweise noch nicht stabilisierten S&T-Wissen, welches über die Medien kommuniziert wird.
- **Tertiärstufe:** Die didaktischen Fähigkeiten der Lehrer auf der Tertiärstufe sind oft ungenügend.

#### ■ Ursachen V: Geschlecht (und Minderheiten)

- Erstens ist die ausserschulische Sozialisierung hinsichtlich S&T bei Mädchen schlechter als bei Knaben.
- Zweitens schätzen die Mädchen die eigene Leistungsfähigkeit in S&T-Fächern tiefer ein als die Knaben.
- Drittens fehlen den Mädchen oft Rollenbilder im Bereich S&T.
- Viertens beeinflussen stereotype Erwartungen des Umfelds der Mädchen den Studien- bzw. Berufsentscheid nicht in Richtung S&T.
- Viertens führen die kleinen absoluten Studentinnen-Zahlen in gewissen S&T-Studiengängen dazu, dass keine «peer groups» gebildet werden können.
- Fünftens ist das universitäre Umfeld im Bereich S&T von einer männlichen Kultur geprägt (z.B. didaktische Methoden).
- Sechstens haben Frauen allgemein ein stärkeres Interesse für Personen als für Objekte.

In einem weiteren Kapitel formuliert diese OECD-Studie basierend auf der Ursachenanalyse Empfehlungen für Massnahmen, welche die Absolventenzahlen in S&T erhöhen sollten. In einem letzten Kapitel werden weltweit realisierte Massnahmenpläne diskutiert und bewertet.

#### **Brown und Linden (2008): «Is there a Shortage of Engineering Talent in the U.S.?»**

■ Dieses Paper untersucht die Frage, ob es in den USA einen Ingenieurmangel gibt - im Rahmen einer Analyse des **Arbeitsmarktes für Ingenieure/-innen in der Halbleiter-Industrie**. Dieser Ansatz beruht auf der ökonomischen Überlegung, dass ein allfälliger Ingenieurmangel bzw. ein Nachfragüberhang nach Ingenieuren/-innen nur ein vorübergehendes Phänomen sein kann, da der Arbeitsmarkt über Einkommensveränderungen Angebot und Nachfrage langfristig in ein Gleichgewicht bringt<sup>7</sup>. Ein besonderes Augenmerk richtet die Studie auf die **Wirkung des technologischen Wandels**, der **Ausbildung** und der „H1-B Visa Politik“ der amerikanischen Regierung auf den Arbeitsmarkt. Die Fokussierung auf die Halbleiter-Industrie wird dadurch gerechtfertigt, dass sie im Arbeitsmarkt der Ingenieure/-innen ein relevantes Gewicht einnimmt. Sie beschäftigt 12 Prozent aller Elektroingenieure/-innen.

■ Eine Analyse der **Lohnentwicklung** von Ingenieuren/-innen in der Halbleiter-Industrie zeigt keine Indizien, dass der amerikanische Arbeitsmarkt für Ingenieure/-innen in einem Ungleichgewicht sein könnte: «Overall the data indicate that the labor market for high-tech engineers does not seem to be out of ba-

<sup>7</sup> Voraussetzung für eine solche Sicht der Dinge ist allerdings, dass Erwartungen hinsichtlich des Arbeitsmarkts den Studienfachentscheid beeinflussen. Studien, welche die Faktoren des Studienfachentscheids untersuchen, kommen jedoch übereinstimmend zum Schluss, dass Erwartungen hinsichtlich des Arbeitsmarkts nur eine marginale Rolle zukommen und das Fachinteresse beim Studienfachentscheid eine immer wichtigere Rolle spielt.

lance in either supply or demand. High-tech engineers appear able to move among various industries as demand shifts, and overall wages appear stable».

■ Die Lohnanalyse zeigt ebenfalls, dass die Einkommen der Ingenieure/-innen bis zu einem Alter von 50 Jahren ansteigen, in der Folge dann aber sinken. Dies führt schlussendlich dazu, dass die **Bildungsrendite** eines Abschlusses auf Niveau Master oder höher tiefer ausfällt als die Bildungsrendite auf dem Niveau Bachelor. Insofern sind in den USA nur schwache Anreize für die Wahl ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge höherer Stufen (Master, PhD) zu beobachten. Dies gilt allerdings nur für **Inländer/innen**, da die Bildungsrenditen für ingenieurwissenschaftliche Studiengänge für **Student/innen aus Entwicklungsländern** wie Indien und China aus der Sicht derselben viel höher sind. Dies dürfte eine Erklärung dafür bieten, dass Bildungsausländer/innen in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen auf Stufe Master 50 Prozent, auf Stufe PhD sogar 60 Prozent ausmachen.

■ Bezüglich der Wirkung von technologischem Wandel zeigen die Autoren exemplarisch für die Halbleiter-Industrie auf, dass erstens der **Anteil hoch ausgebildeter** und besser bezahlter Arbeiter/innen an der Beschäftigung **steigt** und zweitens der **Wert von Erfahrung sinkt**: «The value of experience declined with rapid technological change». Technologischer Wandel führt letztlich dazu, dass die Nachfrage nach jungen Ingenieuren/-innen mit aktuellstem Wissen der neuen Technologien steigt und das Wissen von erfahrenen Ingenieuren/-innen an Wert verliert. Brown und Linden resumieren: «This bifurcation creates a group of engineers who move into the managerial ranks and another group who see deteriorating job opportunities as they age. When companies claim they face a shortage of engineers, they usually mean that they face a shortage of young, relatively inexpensive engineers with the latest skills, even when they have a queue of experienced engineers who want retraining.»

### 3.4 Fazit Literaturanalyse

#### 3.4.1 Ausmass des Ingenieurmangels

Der Grossteil der Literatur setzt die Existenz eines Ingenieurmangels voraus und quantifiziert demzufolge den Ingenieurmangel nicht. Einzig Koppel (2007) und Koppel (2008) quantifizieren den Ingenieurmangel. Koppel (2008) diagnostiziert für Deutschland eine für das Jahr 2007 monatsdurchschnittliche Ingenieurlücke in der Höhe von 69'600 Ingenieuren/-innen.

#### 3.4.2 Ursachen des Ingenieurmangels

Die Literatur macht deutlich, dass die Ursachen des Ingenieurmangels äusserst komplex sind und monokausale Erklärungen dem Phänomen nicht gerecht werden. Die Literatur befasst sich durchgehend mit angebotsseitigen Ursachen des Ingenieurmangels, wobei dem Thema Studienfachwahl in der Literatur die zentrale Bedeutung zukommt. Ursachen einer allfälligen erhöhten Nachfrage nach Ingenieuren/-innen aufgrund eines ökonomischen Strukturwandels werden überhaupt nicht besprochen, ansatzweise allenfalls in Koppel (2007) und Koppel (2008). Aufgrund der Komplexität der Ursachen des Ingenieurmangels verzichten wir an dieser Stelle auf eine detaillierte schriftlichen Zusammenfassung bzw. Auflistung der Ursachen. Stattdessen zeigen wir die Zusammenhänge und Wirkungsweisen im Zusammenhang mit dem Ingenieurmangel im Rahmen von **Abbildung 21**. In dieser schematischen Darstellung werden die Faktoren, welche das Angebot an Ingenieursolventen sowie die Nachfrage nach Ingenieuren beeinflussen, dargestellt. Die Ursachen des Ingenieurmangels können gemäss dieser Darstellung in folgende Kategorien unterteilt werden:

■ **Ursache I: Interesse.** Die Literatur ist sich einig, dass die Bildungsentscheide, welche am Ende der Sekundarstufe I und am Ende der Sekundarstufe II getroffen werden müssen, am stärksten vom Interesse beeinflusst werden. Weckung und Stabilisierung des Interesses wiederum wird unter anderem von der frühen Bildungsbiografie beeinflusst (Erfahrungen mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen während dem Kindergarten, der Primarstufe und während Sekundarstufe I), allerdings auch von ausserschulischen Erfahrungen zwischen der Geburt und dem Bildungsentscheid am Ende der Sekundarstufe II.

■ **Ursache II: Bildungsbiografie.** Die Bildungsbiografie beeinflusst die Zahl ingenieurwissenschaftlicher Absolventen/-innen grundsätzlich über vier Kanäle: **Erstens** beeinflussen die schulischen Leistungen, welche in der Vergangenheit erzielt wurden, die Bildungsentscheide am Ende der Sekundarstufe I und am Ende der Sekundarstufe II direkt. **Zweitens** beeinflusst das Selbstkonzept, d.h. die persönliche Einschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit in naturwissenschaftlichen Fächern die Bildungsentscheide am Ende der Sekundarstufe I und am Ende der Sekundarstufe II direkt. **Drittens** beeinflusst die Bildungsbiografie die Bildungsentscheide strukturell direkt. In diesem Sinne kann z.B. nur jemand Ingenieurwissenschaften studieren, der eine Berufsmaturität oder eine allgemeine Maturität vorweisen kann. **Viertens** beeinflusst die Bildungsbiografie, insbesondere der Unterricht in naturwissenschaftlichen Fächern, die Bildungsentscheide indirekt, da die frühen Bildungserfahrungen die Weckung und Stabilisierung des Interesses beeinflussen. Die Bildungsbiografie ist nach dem Interesse der Faktor, welcher die Bildungsentscheide am stärksten beeinflusst.

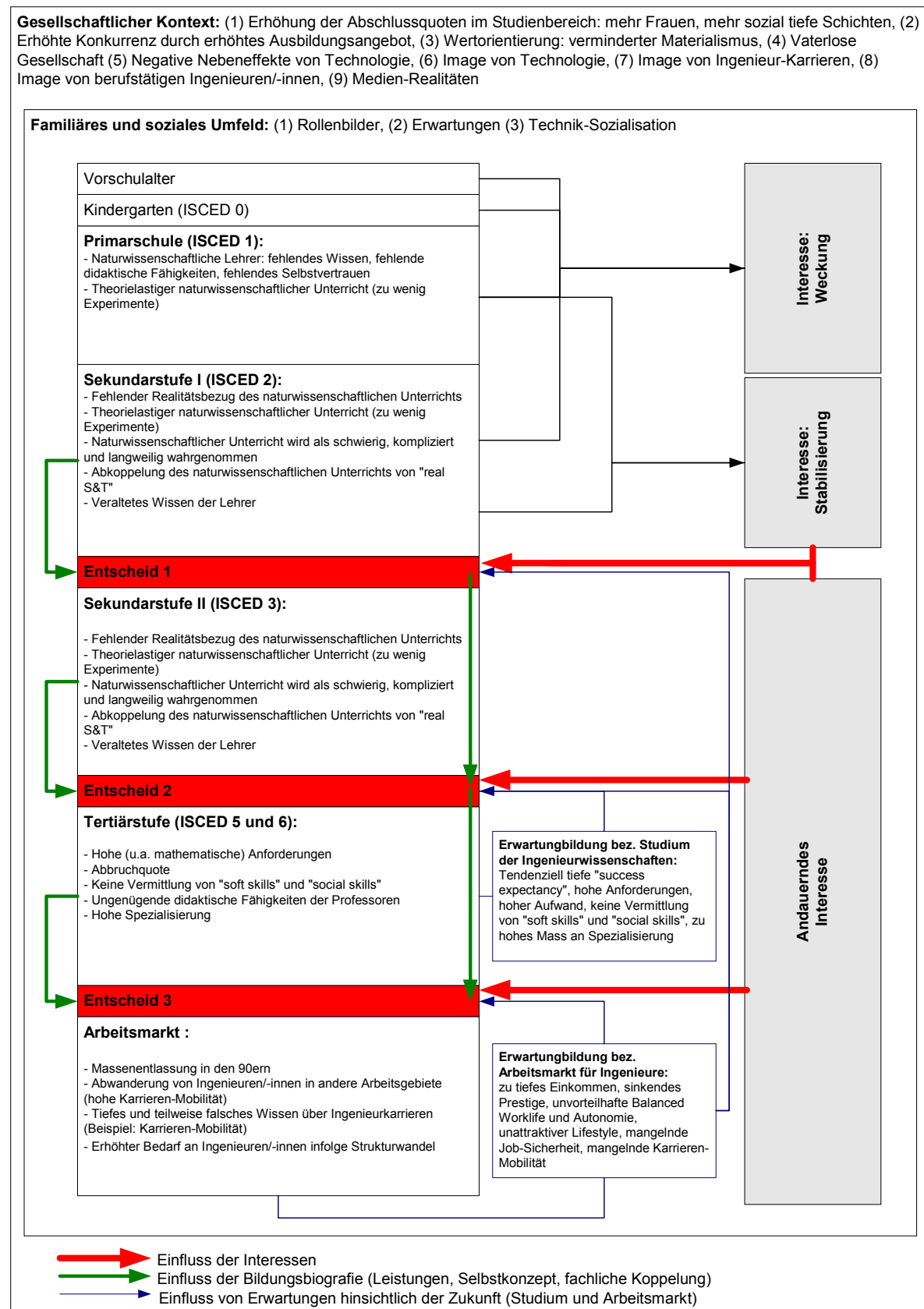
■ **Ursache III: Erwartungen hinsichtlich des Studiums und des Arbeitsmarkts.** Auch Erwartungen für die Zukunft, konkret die Erwartungen hinsichtlich des Studiums und des Arbeitsmarkts, beeinflussen die Bildungsentscheide am Ende der Sekundarstufe I und II – wie dies Rational Choice Modelle vermuten lassen. Allerdings beeinflussen diese Erwartungen die Bildungsentscheide weniger stark als das Interesse und die Bildungsbiografie, wobei Erwartungen hinsichtlich des Studiums noch eine bedeutendere Rolle zukommt als den Erwartungen hinsichtlich des Arbeitsmarkts.

■ **Ursache IV: Gesellschaftlicher Kontext.** Auf dem Hintergrund des gesellschaftlichen Kontexts und gesellschaftlicher Veränderungen (Werteorientierung etc.) werden Bildungsentscheide gefällt und deshalb von diesem Kontext beeinflusst.

■ **Ursache V: Familiäres und soziales Umfeld.** Bildungsentscheide werden auf dem Hintergrund individueller familiärer und sozialer Umfeldler (Technik-Sozialisation, Rollenbilder, stereotype Erwartungen) gefällt.

■ **Ursache VI: Nachfrage nach Ingenieuren/-innen.** Der Ingenieurmangel wird auch vom Bedarf an Ingenieuren/-innen beeinflusst, wobei sich dieser Bedarf in den letzten Jahrzehnten auf Grund eines Strukturwandel im Sinne eines «skill-biased technological change» drastisch erhöht hat.

Abbildung 21: Schematische Darstellung der Ursachen des Ingenieurmangels



Quelle: Literaturrecherche; eigene Darstellung

### 3.4.3 Auswirkungen des Ingenieurmangels

Die makroökonomische Grundargumentation hinsichtlich der Auswirkungen des Ingenieurmangels ist in der gesichteten Literatur die folgende: ein Mangel an Ingenieuren limitiert und verlangsamt den technischen Innovationsprozess. Dies wiederum führt zu einem verringerten Produktivitätswachstum und zu einer verringerten Wettbewerbsfähigkeit der wissensbasierten Gesellschaft.

Zur mikroökonomischen Fundierung einer derartigen Wirkungskette werden folgende mikroökonomische Auswirkungen des Ingenieurmangels ausgeführt:

- Höhere Kosten für die Aus- und Weiterbildung von Ingenieuren/-innen, nicht zuletzt deshalb, weil Ingenieure/-innen eingestellt werden müssen, welche der Stellenanforderung eigentlich nicht entsprechen, so dass zusätzliche Qualifizierungsmaßnahmen nötig werden
- Höhere Kosten für die Rekrutierung von Ingenieuren/-innen
- Höhere Lohnkosten für Ingenieure/-innen, da die Ingenieurlöhne steigen
- Verzicht auf Produktinnovationen
- Zeitliche Verschiebung von Produktinnovationen
- Verzicht oder verzögerte Ausführung von Aufträgen
- Outsourcing von ingenieurwissenschaftlichen Unternehmensprozessen, u.a. ins Ausland
- Delokation von ingenieurwissenschaftlichen Unternehmensprozessen in andere Regionen, u.a. ins Ausland

## 4 Ingenieurmangel und Volksschule

Eine Anfrage des Regierungsrats des Kantons Graubünden hat das Amt für Volksschule veranlasst, untersuchen zu lassen, ob die Ursachen des Ingenieurmangels im Kanton Graubünden möglicherweise im Zusammenhang mit den Stundentafeln und Lehrplänen der Volksschule stehen.

Aufgrund der Ergebnisse der Literaturanalyse (s. Kapitel 3) ist denkbar, dass der Unterricht an der Volksschule, d.h. auf der Primarstufe und Sekundarstufe I, das Angebot an Ingenieuren/-innen dahingehend tangiert, als dass quantitative und qualitative Merkmale des Unterrichts der Volksschule kausal die Zahl der Eintritte von Studenten/-innen in ingenieurwissenschaftliche Studiengänge beeinflussen. Abbildung 21 in Abschnitt 3.4.2, in welcher die Ursachen des Ingenieurmangels schematisch dargestellt sind, legt folgende mögliche **Wirkungszusammenhänge** zwischen dem Unterricht auf der Primarstufe und Sekundarstufe I und der Anzahl Eintritte in ingenieurwissenschaftliche Studiengänge nahe:

■ **Wirkungspfad 1: Wirkung über das Interesse.** Die Literatur legt nahe, dass dem Interesse bezüglich den Bildungsentscheiden am Ende der Sekundarstufen I und II die entscheidende Bedeutung zukommt. Nach der Interessentheorie von Krapp wird Interesse zuerst geweckt, dann stabilisiert und nimmt schlussendlich die Form eines andauernden Interesses an. Voraussetzung des Weckens von Interesse ist die Auseinandersetzung mit dem interessierenden Gegenstand. Voraussetzung für die Stabilisierung des Interesses ist eine positiv empfundene und emotional befriedigende Beschäftigung mit dem interessierenden Gegenstand. Die Forschung geht heute davon aus, dass die Stabilisierung des Interesses auf der Sekundarstufe I oder noch früher stattfindet.

Dies impliziert, dass über die Interessenbildung sowohl die Quantität als auch die Qualität des naturwissenschaftlichen, technischen und mathematischen Unterrichts auf der Primarstufe und der Sekundarstufe I die Anzahl Eintritte in ingenieurwissenschaftliche Studiengänge beeinflussen kann. Eglin-Chappuis (2007) betont die Relevanz und die Konsequenzen der Wirkung über das Interesse folgendermassen: «Das Fazit geht somit dahin, dass die Einflussnahme im Prozess der Interessenbildung der beste Ansatzpunkt ist, um Veränderungen in der Verteilung der Präferenzen auf Fachbereiche und Fächer herbeizuführen.

Auch aus der Literaturübersicht folgt, dass eine Interessensweckung auf der Sekundarstufe, mit Vorteil auf der unteren Sekundarstufe, erfolgen sollte oder könnte. Schulische Erfahrungen, und damit die Qualität des Unterrichts in massgeblichen Fächern, fallen positiv oder negativ ins Gewicht, auch wenn diese in Konkurrenz mit dem ‚ausserschulischen Lehrplan‘ und der sozialen Kontrolle durch die ‚peer groups‘ stehen.»

Auch Zwick und Renn (2000) weisen daraufhin, dass die fachlichen Interessen zu Beginn der Sekundarstufe II bereits hochgradig feststehen und ziehen folgendes Fazit: «Wer technische Berufe fördern will, muss dafür sorgen, dass von klein auf Technikbegeisterung und technische Interessen geweckt werden und im weiteren Lebensverlauf institutionelle Weichenstellungen diesen Weg nicht blockieren».

■ **Wirkungspfad 2: Wirkung über die Bildungsbiografie.** Die Literaturanalyse hat gezeigt, dass die Bildungsbiografie neben dem Interessen den grössten Einfluss auf den Bildungsentscheid am Ende der Sekundarstufe II hat. Die Bildungsbiografie, welche in der Primarschule ihren Anfang nimmt, kann sich auf die Eintritte in ingenieurwissenschaftliche Studiengänge über zwei Arten auswirken:

- **Erstens** ist die Studienfachwahl, aber auch der 1. Bildungsentscheid am Ende der Sekundarstufe I von den bisher erzielten **Leistungen** abhängig. Je höher die bisher erzielten Leistungen in Naturwissenschaft und Mathematik, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass naturwissenschaftliche und technische Ausbildungslehrgänge auf der Sekundarstufe II und später ein Studium der Ingenieurwissenschaften aufgenommen werden. Dies auf dem Hintergrund der antizipierten Anforderungen in Mathematik und Naturwissenschaft von naturwissenschaftlichen und technischen Ausbildungslehrgängen auf der Sekundarstufe II bzw. ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen

auf der nachgelagerten Tertiärstufe. Dies führt unter anderem und zum Beispiel dazu, dass Maturanden/-innen mit einem Maturitätsstudiengang des Typus C bzw. nach MAR mit einem naturwissenschaftlichen und mathematischem Schwerpunkt eine stark erhöhte Wahrscheinlichkeit aufweisen, ein ingenieurwissenschaftliches Studium aufzunehmen (siehe z.B. Poggia et al. (2007)). Ebenso dürfte z.B. ein/e Schüler/in, die/der gute Noten in naturwissenschaftlichen Fächern und Mathematik auf der Sekundarstufe I hat, eine erhöhte Wahrscheinlichkeit aufweisen, eine Berufslehre als Elektroniker in Angriff zu nehmen.

- **Zweitens** ist die Studienfachwahl, aber auch der 1. Bildungsentscheid am Ende der Sekundarstufe I vom **Selbstkonzept** bezüglich Mathematik und Naturwissenschaften, d.h. von der persönlichen Einschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit in Mathematik und Naturwissenschaften abhängig – dies ebenfalls auf dem Hintergrund der Tatsache, dass für naturwissenschaftliche und mathematische Lehrgänge auf der Sekundarstufe II und später für ingenieurwissenschaftliche Studiengänge von hohen Anforderungen hinsichtlich Mathematik und Naturwissenschaft ausgegangen wird. Eglin-Chappuis (2007) weist daraufhin, dass der Beurteilung der eigenen Fähigkeiten bei «wissenschaftlichen» Studiengängen («sciences») im Vergleich zu anderen Studiengängen eine höhere Bedeutung zukommt. Letztlich führt dies zum Beispiel dazu, dass Maturandinnen eine tiefere Wahrscheinlichkeit haben, ein ingenieurwissenschaftliches Studium aufzunehmen. Denn Maturandinnen schätzen ihre Leistungsfähigkeit in Mathematik und Naturwissenschaften grundsätzlich tiefer ein als ihre männlichen Altersgenossen. Es ist davon auszugehen, dass sich das Selbstkonzept hinsichtlich Mathematik und Naturwissenschaft bereits in der Volksschule herausbildet.

■ **Wirkungspfad 3: Wirkung über formelle und informelle strukturelle Restriktionen.** Ein einmal gefällter Bildungsentscheid am Ende der Sekundarstufe I hat Auswirkungen auf den Bildungsentscheid am Ende der Sekundarstufe II, wobei der Bildungsentscheid am Ende der Sekundarstufe I unter anderem von den Bildungserfahrungen in der Volksschule beeinflusst wird. Denn der erste Bildungsentscheid am Ende der Sekundarstufe I schränkt die Menge der wählbaren Ausbildungslehrgänge zum Zeitpunkt des Bildungsentscheids am Ende der Sekundarstufe II ein. Auch Zwick und Renn (2000) weisen daraufhin, dass sich der Bildungsentscheid am Ende der Sekundarstufe I als gewisses Präjudiz für spätere Bildungsentscheide erweist. Ebenso konstatieren Heine et al. (2006a), dass die Absolvierung einer beruflichen Schule mit einem technischen Schwerpunkt die Wahrscheinlichkeit, ein Studium der Ingenieurwissenschaften zu wählen, markant erhöht. Es gibt formelle und informelle Einschränkungen.

Eine **formelle Einschränkung** stellen die Zulassungsbedingungen für Fachhochschulen und universitäre Hochschulen dar, die eine Berufsmaturität bzw. eine allgemein bildende eidgenössische oder kantonale Maturität voraussetzen.

Allerdings gibt es auch **informelle Einschränkungen**, welche auf die bisherige Wissensakkumulation zurückzuführen sind. So dürfte es in der Praxis z.B. für einen Maturanden mit einem sprachlich-kulturellen Schwerpunkt während dem Gymnasium schwierig sein, ein ingenieurwissenschaftliches Studium in Angriff zu nehmen, da er über das für das Studium erforderliche mathematische und naturwissenschaftliche Rüstzeug nicht oder nur zum Teil verfügt. Die Wirkung solch informeller Restriktionen ist nicht zu unterschätzen und kann bereits in der Volksschule ihren Anfang nehmen, wobei die Restriktionen in der Volksschule durch die Noten in Naturwissenschaft und Mathematik gesetzt werden.

Die nachfolgenden Ausführungen in diesem Kapitel sind folgendermassen strukturiert. Im *Abschnitt 4.1* werden wir das Problem der in Abschnitt 2.4.1 festgestellten stagnierenden bis rückläufigen Zahl von Eintritten in ingenieurwissenschaftliche Studiengänge strukturell, von der Primarstufe bis zum Studienein-



tritt, analysieren. Dabei werden wir insbesondere auch formelle und informelle strukturelle Restriktionen sichtbar machen, wie wir sie im vorhergehenden Textabschnitt beschrieben haben. Eine solche strukturelle Analyse hat auch zum Ziel festzustellen, ob die stagnierenden bzw. leicht gesunkenen Eintrittszahlen wirklich bereits in der Volksschule ihren Ausgang nehmen oder nicht vielmehr auch eine Folge von Vorgängen auf der Sekundarstufe II sind. Im *Abschnitt 4.2* werden wir in einem zweiten Schritt den Zusammenhang zwischen Qualität und Quantität des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts in der Volksschule und der Eintritte in ingenieurwissenschaftliche Studiengänge untersuchen - im Rahmen einer bivariaten Korrelationsanalyse. Dies soll uns Aussagen zu den oben formulierten Wirkungspfaden I und II ermöglichen.

## 4.1 Strukturelle Analyse des Schweizer Bildungssystems

### 4.1.1 Strukturelle Analyse: Deskription

Tabelle 18.1 bis Tabelle 18.3 im Anhang geben einen Überblick über die wichtigsten **Strukturdaten** des Schweizer Bildungssystem zwischen 1990 und 2007, insbesondere hinsichtlich der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58. **Tabelle 6** fasst die wichtigsten Daten der Tabelle 18.1 bis Tabelle 18.3 im Sinne eines Kondensats zusammen. Aus den genannten Tabellen leiten sich folgende Aussagen ab:

■ Der **Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an den eidgenössischen Fähigkeitsausweisen** (Abschlussdiplom für Berufslehren) blieb im Gegensatz zum Anteil der ISCED-Feldern 48, 52, 54 und 58 an tertiären Studiengängen mehr oder weniger stabil. Seit 1990 beträgt dieser Anteil rund 40% (erster Abschnitt Tabelle 6, Tabelle 18.3, Zeile 90).

■ Betrachtet man die **berufliche Grundbildung**, so zeigt der zweite Abschnitt von Tabelle 6, dass der Anteil von in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 vergebenen eidgenössischen Fähigkeitszeugnissen an allen ausgestellten eidgenössischen Fähigkeitszeugnissen zwischen 1990 und 2006 mit rund 40% stabil geblieben ist.

■ Der Rückgang der absoluten **Eintrittszahlen** in Studiengänge der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 auf die **Fachhochschulen** und nicht auf die Universitären Hochschulen zurückzuführen (Tabelle 18.1, Zeilen 10, 11, 13 und 14). Die Eintritte in FH-Studiengänge dieser ISCED-Felder sanken von 3'900 im Jahr 1990 (damals noch HTL) auf 2'800 im Jahr 2007. Der Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an allen FH-Eintritten sank dramatisch von 79.1% auf 24.3% (dritter Abschnitt Tabelle 6).

■ **Siebtens** ist festzustellen, dass **der Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 auf der Sekundarstufe II grösser ist als auf der Tertiärstufe**. Betrachtet man die Stufe **ISCED 3A (Gymnasiale Maturitätsschulen)**, so ist aus Tabelle 6 ersichtlich, dass der Anteil von mathematisch-naturwissenschaftlich ausgestellten Maturitätszeugnissen zwischen 1990 und 1999 stabil rund 24% betragen hat (Tabelle 18.2, Zeile 53). Ein Ausweis ab dem Jahr 2000 ist nicht mehr möglich, da die gymnasialen Maturitätstypen nach MAV zwischen 2000 und 2004 durch die Maturitäten nach MAR abgelöst wurden.

Leider ist ein Ausweis ab dem Jahr 2000 nicht mehr möglich, da die gymnasialen Maturitätstypen nach MAV zwischen 2000 und 2004 durch die Maturitäten nach MAR abgelöst wurden. Die **Schwerpunktfächer von Maturitätsabschlüssen** nach MAR wurden bisher leider statistisch nicht erfasst. Allerdings kann man gemäss von Erlach (2008) davon ausgehen, dass der Anteil von mathematisch-naturwissenschaftlich ausgerichteten Maturitätsabschlüssen bei knapp 25% geblieben ist.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Von Erlach (2008): «Allerdings finden sich Hinweise dafür, dass das Interesse an einer NMT-Spezialisierung [NMT = Naturwissenschaften, Mathematik, Technik] am Gymnasium mit der Maturitätsreform nicht gesunken ist. Wird der Anteil der Gymnasiastinnen oder Gymnasiasten betrachtet, die den Maturitätstyp C oder einen Maturitätsstudiengang nach MAR mit einem NMT-Schwerpunkt



Tabelle 6: Die wichtigsten Strukturdaten des Bildungssystems bezüglich den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Eidg. Fähigkeitszeugnisse</b>																		
Total	Tsd.	60.3	56.9	54.5	51.8	48.7	47.1	47.3	46.5	47.5	49.1	50.3	52.0	51.6	51.7	52.3	52.1	51.9
ISCED 48, 52, 54, 58	Tsd.	24.7	23.6	22.6	21.7	20.5	20.1	20.5	20.3	20.5	20.5	20.4	20.7	20.5	20.3	20.7	21.7	21.0
	in %	41.0	41.5	41.5	41.9	42.1	42.8	43.4	43.6	43.2	41.7	40.5	39.8	39.8	39.3	39.5	41.6	40.4
Rest	Tsd.	35.6	33.3	31.9	30.1	28.2	26.9	26.8	26.2	27.0	28.6	29.9	31.3	31.1	31.4	31.6	30.4	30.9
	in %	59.0	58.5	58.5	58.1	57.9	57.2	56.6	56.4	56.8	58.3	59.5	60.2	60.2	60.7	60.5	58.4	59.6
<b>Berufsmaturitäten</b>																		
Total	Tsd.							2.3	4.4	5.6	6.0	6.5	7.3	8.2	9.0	9.9	10.7	10.6
Technische BM	Tsd.							1.8	2.6	2.7	2.8	2.7	3.0	3.1	3.3	3.4	3.7	3.4
	in %							77.0	59.0	48.2	45.9	41.5	40.7	38.0	36.5	34.8	34.3	31.7
Restliche BM	Tsd.							0.5	1.8	2.9	3.3	3.8	4.3	5.1	5.7	6.4	7.0	7.2
	in %							23.0	41.0	51.8	54.1	58.5	59.3	62.0	63.5	65.2	65.7	68.3
<b>Eintritte FH/HTL/HWV</b>																		
Total	Tsd.	4.9	4.7	4.6	4.8	4.9	4.9	4.9	5.8	6.3	6.7	7.3	8.0	9.4	9.8	9.6	9.8	10.8
ISCED 48, 52, 54, 58	Tsd.	3.9	3.7	3.5	3.5	3.5	3.5	3.2	3.4	3.0	3.0	3.1	2.9	3.1	3.2	2.9	3.1	2.9
	in %	79.1	78.2	77.1	73.0	71.8	70.8	64.5	59.2	48.0	44.5	42.5	36.6	32.9	33.3	30.4	31.8	26.8
Rest	Tsd.	1.0	1.0	1.0	1.3	1.4	1.4	1.8	2.4	3.3	3.7	4.2	5.1	6.3	6.5	6.7	6.7	7.9
	in %	20.9	21.8	22.9	27.0	28.2	29.2	35.5	40.8	52.0	55.5	57.5	63.4	67.1	66.7	69.6	68.2	73.2
<b>Gymnasiale Maturitäten</b>																		
Total	Tsd.	12.1	12.8	11.8	12.2	13.7	12.9	14.1	14.2	15.3	14.9	15.1	17.9	19.3	16.6	16.0	16.5	16.9
Typus C	Tsd.	3.0	3.2	2.8	2.9	3.4	3.2	3.5	3.4	3.6	3.4							
	in %	24.7	25.2	24.0	24.0	24.6	24.7	24.4	23.8	23.5	22.9							
Rest	Tsd.	9.1	9.6	9.0	9.3	10.3	9.7	10.7	10.8	11.7	11.4	15.1	17.9	19.3	16.6	16.0	16.5	16.9
	in %	75.3	74.8	76.0	76.0	75.4	75.3	75.6	76.2	76.5	77.1							
<b>Eintritte UH</b>																		
Total	Tsd.	13.5	14.4	14.3	14.4	13.7	13.5	13.8	14.0	14.5	14.4	14.9	16.4	17.4	17.0	15.2	15.8	16.1
ISCED 48, 52, 54, 58	Tsd.	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.3	2.4	2.1	1.9	2.0	2.1
	in %	13.1	13.7	12.8	12.5	13.1	12.3	12.5	12.8	13.0	13.6	14.2	13.7	13.7	12.3	12.3	12.8	13.0
Rest	Tsd.	11.8	12.4	12.4	12.6	11.9	11.8	12.1	12.2	12.6	12.5	12.8	14.1	15.0	14.9	13.4	13.8	14.0
	in %	86.9	86.3	87.2	87.5	86.9	87.7	87.5	87.2	87.0	86.4	85.8	86.3	86.3	87.7	87.7	87.2	87.0

Quelle: Spezialauswertungen des BfS; eigene Berechnungen; eigene Darstellung

■ Die **Eintritte in UH-Studiengänge** der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 seit 1990 haben etwas zugenommen: von 1'800 im Jahr 1990 auf 2'100 im Jahr 2007. Der Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an allen UH-Eintritten ist allerdings bescheiden und seit 1990 stabil: der Anteil beträgt rund 13% (fünfter Abschnitt Tabelle 6).

Aus der **Zubringeranalyse** der Bildungsgänge von Ingenieurwissenschaften ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

■ Personen mit einer abgeschlossenen **Berufslehre in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 stellen das wichtigste Rekrutierungsreservoir für technische Berufsmaturitäten** dar (Tabelle 18.2, Zeilen 65-78). 1995 hatten 96.5% (Zelle 66,6) der Absolventen/-innen einer technischen Berufsmaturität eine Berufslehre in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 absolviert. Dieser Wert fiel auf 90.9% (Zelle 66,11) im Jahr 2000 und hat sich seitdem auf einem Niveau von rund 90% stabilisiert. 9 von 10 Inhaber/-innen einer Berufsmaturität haben also eine Berufslehre in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 absolviert.

■ Personen mit einer **technischen oder naturwissenschaftlichen Berufsmaturität** stellen ein äusserst wichtiges Rekrutierungsfeld für ingenieurwissenschaftliche Studiengänge dar (Tabelle 18.1, Zeile 32 und 43). 2007 machten die technischen Berufsmaturitäten 56.2% (Zelle 32,18) der Zulassungsausweise für ingenieurwissenschaftliche Studiengänge an Fachhochschulen aus. Betrachtet man Fachhochschulen und Universitäre Hochschulen zusammen, so machten die technischen Berufsmaturitäten 33.7% (Zelle 43,18) aller Zulassungsausweise für Studiengänge der ISCED-Felder 48, 53, 54, 58 aus. Technische Berufsmaturi-

(Physik und Anwendungen der Mathematik oder Biologie und Chemie) gewählt haben, so hat sich dieser zwischen 1990 und 2006 bei etwa einem Viertel gehalten.» (S. 21)

täten haben deshalb für ingenieurwissenschaftliche Studiengänge eine ähnliche Bedeutung wie allgemeinbildende gymnasiale Studiengänge (35.4%: Zelle 42,18)

■ Es ist zu beobachten, dass die **gymnasiale Maturität für Studiengänge der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an Fachhochschulen eine zunehmende Bedeutung hat** (Tabelle 18.1, Zeile 31). 1995 machten gymnasiale Maturitäten noch 6.0% der Zulassungsausweise für Fachhochschule-Studiengänge in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 aus, bis 2007 verdreifachte sich dieser Wert nahezu auf 15.2%.

Kurz soll noch auf zwei **soziodemografische Merkmale** der Studierenden von Ingenieurwissenschaften bzw. der Schüler/innen in den vorgelagerten Schulstufen eingegangen werden:

■ Die Bedeutung von **Bildungsausländern** für tertiären Studiengänge in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 hat seit 1990 stark zugenommen (Tabelle 18.1, Zeilen 18-46). Darüber hinaus haben Bildungsausländer heute für die Rekrutierung von Studenten/-innen für ingenieurwissenschaftliche Studiengänge eine grosse, nicht zu vernachlässigende Bedeutung. Im Jahr 1990 machten ausländische Ausweise an den Zulassungsausweisen für Studiengängen der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an den Universitären Hochschulen noch 16.5%, im Jahr 2007 bereits 30.7% aus (Zeile 24). Bei den Fachhochschulen ist eine ähnliche Entwicklung von 2.8% auf 12.5% zu beobachten (Zeile 34). Im Jahr 2007 war jeder fünfte Zulassungsausweis (19.8%) für Studiengänge der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 ein ausländischer Zulassungsausweis (Zeile 45,18).

■ Es gilt festzustellen, dass der **Anteil der Frauen** an Ausbildungslehrgängen in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 nicht erst auf der Tertiärstufe, sondern bereits auf der Sekundarstufe II tief ist (vgl. **Tabelle 7**). Die Frauenanteile auf den verschiedenen Stufen des Schweizer Bildungssystem sind in kompakt zusammengestellt. Der Anteil der Frauen an gymnasialen Maturitätslehrgängen mit einer mathematisch-naturwissenschaftlichen Ausrichtung (Typus C) ist zwischen 1990 und 1999 etwas angewachsen, von knapp 22% auf gut 25% (siehe auch Tabelle 18.2, Zeile 54).

Leider ist die Berechnung der Anteile ab dem Jahr 2000 nicht mehr möglich, da die gymnasialen Maturitätstypen nach MAV zwischen 2000 und 2004 durch die Maturitäten nach MAR abgelöst wurde. Die Schwerpunktfächer von Maturitätsabschlüssen nach MAR wurden bisher statistisch nicht erfasst. Allerdings kann man vor dem Hintergrund des zwischen 1990 und 1999 beobachteten Wachstum des Frauenanteils davon ausgehen, dass der Frauenanteil an Maturitätsstudiengängen mit einem mathematisch-naturwissenschaftlichen Schwerpunkt seit 1999 mit rund 25% zumindest stabil geblieben ist.

Stabil geblieben ist auch der Anteil der Frauen an Eidgenössischen Fähigkeitszeugnissen, welche für absolvierte Berufslehren in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 vergeben wurden – allerdings auf einem signifikant tieferen Niveau: der Frauenanteil ist von tiefen 9.5% (siehe auch Tabelle 18.3, Zeile 97) im Jahr 1990 nur marginal auf 11.5% im Jahr 2007 gewachsen. Äusserst tief ist der Frauenanteil an Berufslehrgängen des ISCED-Felds 52: er betrug 1990 4.3%, 2007 5.3% (Tabelle 18.3, Zeile 100).

Tabelle 7: Frauenanteile (in %) im Schweizer Bildungssystem

Bildungsstufe	Jahr	ISCED 48, 52, 54, 58					
		Total	ISCED 48	ISCED 52	ISCED 54	ISCED 58	
Sek I mit Grundansprüchen	1990	46.7					
	2006	44.7					
Sek I mit erweiterten Ansprüchen	1990	50.8					
	2006	52.1					
Sek I ohne Selektion	1990	49.7					
	2006	49.1					
Eidgenössisches Fähigkeitszeugnis	1990	42.9	9.5	14.3 <sup>1</sup>	4.3	25.8	9.6
	2006	43.6	11.5	12.0	5.3	34.1	12.9
Alle Berufsmaturitäten	1998	31.0					
	2007	44.8					
Technische Berufsmaturität	1996	8.7					
	2007	10.5					
Eintritte FH/HTL/HWW	1990	6.7	3.6	2.1	1.7	14.7	9.8
	2007	46.3	11.2	5.5	7.1	15.8	23.4
Gymnasiale Maturität	1990	48.6					
	2007	58.1					
C-Maturität	1990	22.5					
	1999	25.9					
Eintritte UH	1990	44.6	15.5	10.7	7.5		27.6
	2007	52.5	23.8	8.4	14.1	75.0	38.0

Anmerkungen: <sup>1</sup>1995 wurde die ersten eidgenössischen Fähigkeitszeugnisse im ISCED-Feld 48 ausgestellt  
 Quelle: Spezialauswertungen des BfS; eigene Berechnungen; eigene Darstellung.

#### 4.1.2 Strukturelle Analyse: Interpretation

Basierend auf den im Abschnitt 4.1.1 präsentierten Tabellen und formulierten Beobachtungen können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

##### Interessen stehen am Ende der Sekundarstufe I hochgradig fest

Es gibt Hinweise darauf, dass die Interessen am Ende der Sekundarstufe I bereits hochgradig feststehen – wobei wie soeben erwähnt kein Rückgang des technischen Interesse seit 1990 zu beobachten ist. Auf der einen Seite weist die Stabilität des Anteils der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an den Berufslehrgängen (stabil rund 40%) und die Stabilität des Anteils mathematisch-naturwissenschaftlicher gymnasialer Maturitätslehrgängen (stabil rund 25%) darauf hin, dass die Interessen am Ende der Sekundarstufe I bereits hochgradig feststehen. Auf der anderen Seite zeigen die Frauenanteile in Ausbildungslehrgängen einer technischen Orientierung auf der Sekundarstufe II und Tertiärstufe, dass die geschlechtsspezifische Interessenssozialisation am Ende der Sekundarstufe I abgeschlossen ist.

Bezüglich dem Bildungsweg «Berufslehre - Berufsmaturität - Fachhochschule» kann nämlich festgestellt werden, dass der Frauenanteil an den eidgenössischen Fähigkeitszeugnissen in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 mit 11.5% im Jahr 2006 bereits sehr tief ist. Ein gleicher Frauenanteil ist bezüglich den Eintritten in FH-Studiengänge der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 zu beobachten: er betrug im Jahr 2007 11.3% und weicht damit überhaupt nicht vom Frauenanteil zu Beginn der Sekundarstufe II ab. Ein ähnliches Bild zeigt der Bildungsweg «Gymnasiale Maturität - Hochschule»: der Frauenanteil an Maturitätslehrgängen mit einem mathematisch-naturwissenschaftlichen Schwerpunkt betrug 1999 gut 25%. Der Frauenanteil an den Eintritten in universitäre Studiengänge der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 weicht 2007 nur unmerklich von diesen 25% ab. Dieser Frauenanteil betrug im Jahr 2007 nämlich 23.8%.

### Stagnierendes Interesse für Technik am Ende der Sekundarstufe I seit 1990

Es gibt keine Anzeichen, dass das technische, naturwissenschaftliche und mathematische Interesse, welches bei den Schweizer Schüler/-innen am Ende der Sekundarstufe I beobachtet werden kann, seit 1990 abgenommen hat. Denn der Anteil der Personen, welche im Anschluss an die Sekundarstufe I eine Ausbildung mit einem technischen oder naturwissenschaftlich-mathematischen Schwerpunkt wählen, blieb zwischen 1990 und 2007 stabil. Der Anteil von mathematisch-naturwissenschaftlichen Maturitätslehrgängen blieb über diese Zeit konstant bei rund 24%, der Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an den eidgenössischen Fähigkeitszeugnissen blieb ebenfalls stabil bei rund 40%.

### Präjudiz des 1. Bildungsentscheids am Ende der Sekundarstufe I für den 2. Bildungsentscheid am Ende der Sekundarstufe II.

56.2% der Zulassungsausweise für einen Eintritt in Fachhochschul-Studiengänge der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 waren im Jahr 2007 technische (und naturwissenschaftliche) Berufsmaturitätszeugnisse (Tabelle 18.1, Zeile 32). Gymnasiale Maturitätsausweise machten 15.2% aus und ausländische Ausweise 12.5%. Es ist davon auszugehen, dass ein grosser Teil dieser gymnasialen Maturitätsausweise und dieser ausländischen Ausweise für mathematisch-naturwissenschaftliche oder technische Ausbildungslehrgänge in den ISCED-Feldern 48, 52, 54 und 58 der Sekundarstufe II vergeben wurde. Schätzungsweise dürften **maximal 10% der Personen**, welche in ein **Fachhochschul-Studium** in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 eintreten, einen **Bildungshintergrund** auf der Sekundarstufe II haben, welcher **nicht dem mathematischen, naturwissenschaftlichen oder technischen Bereich** zugeordnet werden kann.

Ebenso eindrücklich ist die Tatsache, dass im Jahr 2007 89.7% (Tabelle 18.2, Zelle 66,18) der Absolventen/-innen einer technischen Berufsmaturität vorher eine Berufslehre in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 absolviert haben. Insofern ist für die ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 **eine äusserst starke Koppelung «Berufslehre – Technische Berufsmaturität – FH-Eintritt»** zu beobachten.

Ebenso ist für die ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 von einer sehr starken **Koppelung «Gymnasium – Eintritt UH/FH»** auszugehen. Zwar können wir eine solche im Rahmen dieser Studie **nicht empirisch belegen**. Eine äusserst starke Koppelung «Mathematisches, naturwissenschaftliches, technisches Gymnasium – Studium in ISCED-Feldern 48, 52, 54 und 58» ist aber in der empirischen Literatur zum Thema Studienfachwahl hinlänglich bekannt und (auch für die Schweiz) erwiesen (Poglia et al. (2007), Eglin-Chappuis (2007), Zwick und Renn (2000), Heine et al. (2006)). Poglia et al. (2007) konnten für die Schweiz z.B. zeigen, dass die Absolvierung eines Maturitätsstudiengangs des Typus C (mathematisch-naturwissenschaftliche Orientierung) die Wahrscheinlichkeit von Gymnasiastinnen, ein ingenieurwissenschaftliches Studium an einer universitären Hochschule aufzunehmen, um den Faktor 12, von Gymnasias-ten um den Faktor 7 erhöht.<sup>9</sup>

Diese Beobachtungen führen letztlich dazu, dass Personen, welche sich nach der Sekundarstufe I nicht für ein Gymnasium mit einem technischen, naturwissenschaftlichen und mathematischen Schwerpunkt und

<sup>9</sup> Dazu Poglia et al. (2007): «Le premier aspect qui ressort de manière évidente est le fait que le type d'orientation pendant le lycée, notamment avoir ou non une maturité C (scientifique), est l'élément qui influence le plus les choix successifs pour tous les étudiant(e)s. Néanmoins le type de maturité a un impact beaucoup plus fort pour les filles, et encore plus pour celles des sciences sociales, les filles n'ayant pas de maturité C ayant 12 fois plus de probabilités de choisir les sciences sociales, alors que celles avec une maturité C ont de 10 à 12 fois plus de probabilités d'étudier les sciences exactes et techniques. Le fait de ne pas avoir suivi une filière scientifique au lycée a aussi un très fort impact sur le choix des études universitaires pour les hommes des sciences sociales. Les femmes, ayant choisi les sciences exactes et les sciences techniques, semblent donc en majorité avoir manifesté déjà très jeunes, avant le lycée, des intérêts particuliers pour ces domaines. Et celles qui n'ont pas fait ce choix au lycée ont d'autres intérêts ou ne se considèrent pas à même de choisir ces parcours dans leurs études supérieures.» (S.13)

nicht für eine Berufslehre in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 entschieden haben, eine verschwindend kleine Wahrscheinlichkeit haben, später ein Studium der Ingenieurwissenschaften oder der Informatik aufzunehmen und zu absolvieren. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass einerseits die **Interessen am Ende der Sekundarstufe I bereits hochgradig feststehen**, andererseits darauf, dass **formelle und informelle Barrieren** einem späteren Eintritt in die ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 entgegenstehen.

### Potentialverluste im Übergang von der Sekundarstufe II zum Tertiärbereich im Bildungsweg «Berufslehre-Berufsmaturität-Fachhochschule»

Folgende wichtige Beobachtungen haben wir bezüglich dem Bildungsweg «Berufslehre-Berufsmaturität-Fachhochschule» gemacht:

■ **Sekundarstufe II:** Der Anteil der technischen Berufsmaturitätszeugnissen an allen Berufsmaturitätszeugnissen ist von 77% im Jahr 1996 auf 32% im Jahr 2006 gefallen. Dies ist einerseits darauf zurückzuführen, dass unterdessen ein höherer Anteil der Absolventen/-innen einer Berufslehre ausserhalb der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 eine (nicht-technische) Berufsmaturität absolviert als dies für Absolventen/-innen von Berufslehren in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 der Fall ist. Andererseits ist diese Entwicklung auch darauf zurückzuführen, dass Absolventen/-innen von Berufslehren der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 verstärkt nicht-technische Berufsmaturitäten absolvieren.

Diese «Abwanderung» konnte in den Jahren 2006 und 2007 von der «Zuwanderung» zur technische Berufsmaturität nicht ausgeglichen werden, wie **Tabelle 8** zeigt: im Jahr 2007 absolvierten insgesamt 458 Personen, welche vorher eine Berufslehre in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 besucht haben, eine nicht-technische Berufsmaturität (Abwanderung). Im gleichen Jahr absolvierten nur gerade 321 Personen, welche vorher nicht eine Berufslehre in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 besucht haben, eine technische Berufsmaturität (Zuwanderung). Der Nettoeffekt betrug im Jahr 2007 demnach –137 Personen, was immerhin 4.2% der Personen ausmacht, die im Jahr 2007 ein Berufsmaturität absolviert und vorher ein Berufslehre in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 besucht haben.

Tabelle 8: Zu- und Abwanderung bezüglich ausgestellten technischen Berufsmaturitätszeugnissen

		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Berufslehre ISCED 42, 52, 54, 58 UND BM	abs.	221	1'747	2'619	2'690	2'727	2'637	2'919	3'071	3'221	3'302	3'629	3'438	3'249
Technische BM	abs.	228	1'753	2'607	2'715	2'768	2'684	2'966	3'111	3'291	3'433	3'678	3'358	3'112
Abwanderung ISCED 42, 52, 54, 58	abs.	-1	-73	-80	-156	-182	-197	-207	-258	-310	-281	-320	-402	-458
	in %	0.5	4.2	3.1	5.8	6.7	7.5	7.1	8.4	9.6	8.5	8.8	11.7	14.1
Zuwanderung Technische BM	abs.	8	79	68	181	223	244	254	298	380	412	369	322	321
	in %	3.5	4.5	2.6	6.7	8.1	9.1	8.6	9.6	11.5	12.0	10.0	9.6	10.3
Nettoeffekt	abs.	7	6	-12	25	41	47	47	40	70	131	49	-80	-137
(Abwanderung + Zuwanderung)	in %	3.2	0.3	-0.5	0.9	1.5	1.8	1.6	1.3	2.2	4.0	1.4	-2.3	-4.2

Anmerkung: BM := Berufsmaturität

Quelle: Spezialauswertungen des BfS; eigene Berechnungen; eigene Darstellung

**Tabelle 9** zeigt die detaillierte **Struktur der Zu- und Abwanderung im Jahr 2007**: Erstens zeigt die Tabelle, dass von den 458 «Abwanderern» 64 eine kaufmännische Berufsmaturität absolviert haben. 48 von diesen 64 haben vorher eine Berufslehre im ISCED-Feld «48 Informatik» absolviert. Die kaufmännische Berufsmaturität ist offenbar eine gangbare Alternative zur technischen Berufsmaturität für Absolventen/-innen der beiden Berufslehren «Informatiker/-in» und «Informatik-Fachmann/-frau». Die restlichen 394 der 458 «Abwanderer» haben ein gesundheitliche und soziale, gewerbliche, naturwissenschaftliche oder gestalterische Berufsmaturität absolviert.

Der grösste Teil, nämlich 219 dieser 394 Personen, haben allerdings eine gestalterische Berufsmaturität absolviert. Offenbar ist die gestalterische Berufsmaturität für Absolventen/-innen von Berufslehren in den ISCED-Feldern 54 und 58 eine attraktive Alternative zu einer technischen Berufsmaturität – wohl nicht

zuletzt deshalb, weil einige der Berufslehren in diesen beiden ISCED-Feldern auch eine gestalterische Ausrichtung haben (Hochbauzeichner/-innen, Innenausbauzeichner/-innen, Damenschneider/-innen, Bekleidungsgestalter/-innen, Schreiner/-innen, Maler/-innen).

Tabelle 9: Struktur der Zu- und Abwanderung bezüglich ausgestellten Berufsmaturitätszeugnissen 2007

	ISCED 48, 52, 54, 58				Berufliche Herkunft				Zuwanderung	
	Total	ISCED 48, 52, 54, 58	ISCED 34	Rest	ISCED 48	ISCED 52	ISCED 54	ISCED 58	abs.	in %
Total	10'615	3'249	5'982	1'384	671	1'744	236	598		
Technische BM	3'112	<b>2'791</b>	28	293	<b>599</b>	<b>1'635</b>	<b>82</b>	<b>475</b>	<b>321</b>	<b>10.3</b>
Kaufmännische BM	5'668	64	<b>5'491</b>	113	<b>43</b>	9	4	8	177	3.1
Restliche BM	1'835	<b>394</b>	463	<b>978</b>	29	<b>100</b>	150	115	857	46.7
Naturwissenschaftliche BM	153	35	28	90	0	16	17	2		
Gestalterische BM	653	<b>219</b>	69	365	14	28	<b>95</b>	<b>82</b>		
Gesundheitliche und soziale BM	869	91	327	451	14	40	15	22		
Gewerbliche BM	160	49	39	72	1	16	23	9		
Abwanderung	abs.	<b>-458</b>	-491	-406	-72	-109	-154	-123		
	in %	-14.1	-8.2	-29.3	-10.7	-6.3	-65.3	-20.6		
Nettoeffekt	abs.	<b>-137</b>	-314	451						
(Abwanderung + Zuwanderung)	in %	<b>-4.2</b>	-5.2	32.6						

Anmerkungen: BM := Berufsmaturität

Quelle: Spezialauswertungen des BFS; eigene Berechnungen; eigene Darstellung.

■ **Tertiärstufe FH:** Der Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an den Eintritten in die Fachhochschulen fiel von 79.1% im Jahr 1990 auf 26.8% im Jahr 2006. Der Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 liegt somit nochmals 5 Prozentpunkte unter dem Anteil der technischen Berufsmaturitäten an allen ausgestellten Berufsmaturitäten. Dies ist deshalb erstaunlich, weil gemäss Cappelli (2008) die Übertrittsquote «Technische Berufsmaturität – Fachhochschule» markant höher ist als diejenige der restlichen Berufsmaturitäten. Es liegt deshalb der Schluss nahe, dass ein Teil der Absolventen/-innen von technischen Berufsmaturitäten zwar an die Fachhochschule studieren gehen, jedoch einen Studiengang ausserhalb der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 wählen. Leider können solche Abwanderungseffekte im Übergang «Technische Berufsmaturität - Fachhochschule» im Rahmen dieser Studie nicht detailliert analysiert werden. Dies führt uns zu der Hypothese, dass auch die Sekundarstufe II für die stagnierenden bis rückläufigen Eintritte in Studiengänge der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 zu einem gewissen Teil verantwortlich gemacht werden muss. Die Probleme sind dabei in erster Linie in den Bildungsgängen «Berufslehre-Berufsmaturität-Fachhochschule» zu suchen (die UH-Eintritte in Studiengänge der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 waren zwischen 1990 und 2006 nicht rückläufig, sondern stagnierend bis leicht wachsend). Es ist möglich, dass schulische Erfahrungen während der Berufslehre und während den Ausbildungslehrgängen zur Erlangung einer technischen Berufsmaturität bei einigen Schüler/-innen, die a priori technisch, naturwissenschaftlich und mathematisch interessiert sind, dazu führen, dass sie entweder von einer weiterführenden Ausbildung gänzlich absehen oder aber die ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 verlassen, um eine weiterführende Ausbildung ausserhalb dieses ISCED-Bereichs in Angriff zu nehmen. Allerdings ist auch denkbar, dass die Abwanderung aus technischen Ausbildungsfeldern nicht auf negative Erfahrungen während der technischen Ausbildung auf der Sekundarstufe II, sondern auf eine gesteigerte Attraktivität von konkurrierenden Ausbildungslehrgängen an den Fachhochschulen zurückzuführen ist.

### Ungenutztes technisches Potential in den Gymnasien

Die Differenz von 40% (Anteil ISCED 48, 52, 54, 58 an eidgenössischen Fähigkeitszeugnissen) und 25% (Anteil mathematisch-naturwissenschaftlicher Maturitätslehrgänge) deutet darauf hin, dass ein technisches Potential bei Schülern/-innen, welche sich für den gymnasialen Bildungsweg entschieden haben, nicht genutzt wird. Dabei gehen wir von der Annahme aus, dass zu Beginn der Sekundarstufe II die Verteilung der Präferenzen auf Fächer und die Verteilung der Interessen von Gymnasiasten/-innen und Berufsschüler/-innen identisch sind.



Allenfalls wäre es möglich, durch die Einführung der Möglichkeit, am Gymnasium einen technischen Schwerpunkt zu wählen, das zusätzliche Potential technisch interessierter Gymnasiasten zu aktivieren. Aufgrund der Koppelung zwischen dem ersten Bildungsentscheid am Ende der Sekundarstufe I und am Ende der Sekundarstufe II wäre von einer solchen Aktivierung zu erwarten, dass sie den nachgelagerten tiefen Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an den Universitären Hochschulen (mit rund 13% markant tiefer als bei den Fachhochschulen mit 24.3%) erhöhen kann (vgl. Handlungsempfehlungen in Kapitel 5).

## 4.2 Zusammenhang zwischen Volksschule und Eintritt in ingenieurwissenschaftliche Studiengänge.

### 4.2.1 Bivariate Korrelationsanalyse: internationale Daten

Für insgesamt 29 Länder<sup>10</sup> liegen uns auf Länderebene aggregierte Daten zu einer Vielzahl von Leistungs-, Einstellungs- und Unterrichts-Variablen der **PISA Studien 2003 (Schwerpunkt Mathematik)** und **2006 (Schwerpunkt Naturwissenschaften bzw. «science»)** sowie auf Länderebene aggregierte Daten zu den drei Zielvariablen «Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an den im Jahr 2005 ausgestellten Diplomen auf den ISCED-Stufen 5A und 6», «Anzahl in den ISCED-Feldern 48, 54, 54, 58 auf den Stufen ISCED 5A und 6 vergebenen Diplomen pro 1'000 Beschäftigte im Jahr 2005» sowie «Anteil der Frauen an den im Jahr 2005 in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 vergebenen Diplomen» vor.

Im Rahmen einer bivariaten Korrelationsanalyse über die **29 Länder** untersuchen wir, ob es einen Zusammenhang zwischen den PISA-Variablen und den 3 Zielvariablen gibt. Als Zusammenhangsmass verwenden wir den Korrelationskoeffizienten von Pearson. Es muss betont werden, dass aus Korrelationen keine kausalen Wirkungszusammenhänge abgeleitet werden können – nicht zuletzt deshalb, weil signifikante Korrelationskoeffizienten zwischen zwei Variablen durch unsichtbare Drittvariablen zustande kommen können (Scheinkorrelation).<sup>11</sup>

Eine weitere Einschränkung der nachfolgenden Analyse besteht darin, dass die PISA-Variablen und die Zielvariablen sich auf unterschiedliche Jahrgangskohorten beziehen. Variieren die PISA-Variablen und/oder die Einflussvariablen (ingenieurwissenschaftliche Absolventenzahlen) über die Jahrgänge stark, dann kann eine Analyse basierend auf unterschiedlichen Jahrgangskohorten a priori nicht zum Ziel führen.

In **Tabelle 10** bis **Tabelle 12** sind die **Korrelationskoeffizienten** zwischen den verwendeten **77 PISA-Variablen** und den oben genannten **3 Zielvariablen** dargestellt, wobei diejenigen Korrelationskoeffizienten, die auf einem Signifikanzniveau von 95% statistisch signifikant von 0 verschieden sind, fett gedruckt sind. Die Ergebnisse können folgendermassen kommentiert werden:

■ Nur gerade 3 der untersuchten Korrelationkoeffizienten zwischen den 77 PISA-Variablen und der **Zielvariable «Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an den im Jahr 2005 ausgestellten Diplomen auf den ISCED-Stufen 5A und 6»** sind statistisch signifikant von 0 verschieden. Die 3 Korrelationskoeffizienten betreffen die drei PISA-Variablen «Index of instrumental motivation to learn science», «Percentage of

<sup>10</sup> Australien, Österreich, Belgien, Canada, Tschechien, Dänemark, Finnland, Frankreich, Deutschland, Griechenland, Ungarn, Island, Irland, Italien, Japan, Korea, Mexiko, Niederlande, Neuseeland, Norwegen, Polen, Portugal, Slowakei, Spanien, Schweden, Schweiz, Türkei, Grossbritannien, Vereinigte Staaten von Amerika.

<sup>11</sup> Darüber hinaus ist darauf hinzuweisen, dass statistisch signifikante Korrelationskoeffizienten nicht nur eine nicht-hinreichende Bedingungen für einen Kausalzusammenhang darstellen, sondern nicht einmal eine notwendige Bedingung. Dies bedeutet, dass von einem nicht-signifikanten Korrelationskoeffizienten zwischen zwei Variablen nicht darauf geschlossen werden kann, dass es keinen kausalen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen gibt.

students expecting a science-related career at age 30» und «Time in hour per week for mathematics: Homework or other study set by their teachers». Die Korrelationskoeffizienten bezüglich den ersten beiden Variablen haben ein negatives Vorzeichen und sind deshalb konterintuitiv.

Eine mögliche Erklärung für die negativen Korrelationskoeffizienten wäre eine unsichtbare Drittvariable, welche die beiden Variablen gegenteilig, die Zielvariable z.B. positiv und die Einflussvariable negativ beeinflusst. Ebenfalls ist möglich, dass die statistische Signifikanz der beiden Korrelationskoeffizienten zufällig zustande kommt. Bei einem Signifikanzniveau von 95% und 77 Variablen muss davon ausgegangen werden, dass in 5% der Fälle, also in 3 Fällen, die Nullhypothese (Korrelationkoeffizient = 0) abgelehnt wird, obwohl sie wahr ist. Auch das negative Vorzeichen des Korrelationskoeffizienten bezüglich der Variable «Time in hour per week for mathematics: Homework or other study set by their teachers» erscheint uns eher konterintuitiv. Allerdings wäre denkbar, dass Schüler/-innen, welche in Mathematik schlecht sind, mehr Zeit fürs Lernen aufwenden müssen.

■ Nur gerade einer der untersuchten Korrelationkoeffizienten zwischen den 77 PISA-Variablen und der **Zielvariablen «Anzahl in den ISCED-Feldern 48, 54, 54, 58 auf den Stufen ISCED 5A und 6 vergebenen Diplomen pro 1'000 Beschäftigte im Jahr 2005»** ist statistisch signifikant von 0 verschieden. Es ist der Korrelationskoeffizient bezüglich der PISA-Variablen «Index of general value of science». Das positive Vorzeichen entspricht dabei der Intuition. Allerdings ist es auch in diesem Fall möglich, dass die statistische Signifikanz der Korrelationskoeffizienten zufällig zustande kommt.

■ Bezüglich der **Zielvariable «Anteil der Frauen an den im Jahr 2005 in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 vergebenen Diplomen»** ist eine Vielzahl der Korrelationskoeffizienten statistisch signifikant von 0 verschieden. Die positiven Vorzeichen der Korrelationskoeffizienten bezüglich den Einstellungsvariablen sowie bezüglich den Unterrichtsvariablen sind dabei intuitiv einleuchtend, die negativen Korrelationskoeffizienten bezüglich den Leistungsvariablen hingegen wiederum konterintuitiv. Bei letzteren dürfte eine unsichtbare Drittvariable im Spiel sein, welchen die Zielvariable und die PISA-Leistungsvariablen mit einem gegenteiligen Vorzeichen beeinflusst (z.B. Bruttoinlandprodukt pro Kopf).



Tabelle 10: Korrelationskoeffizienten der bivariaten Korrelationsanalyse basierend auf internationalen Daten (Teil 1)

Quelle	Variablentyp	Variablen	Anteil ISCED 48, 52, 54, 58 an Diplomen (2005)	Diplome ISCED 48, 52, 54, 58 pro 1'000 Beschäftigte (2005)	Anteil Frauen an Diplomen in ISCED 48, 52, 54, 58
Variablen aus PISA 2006	Leistungs-Variablen	Mean Score performance on the science scale	0.12	-0.06	<b>-0.43</b>
		Mean Score performance on the identifying scientific issues scale	0.09	-0.10	<b>-0.44</b>
		Mean Score performance on the explaining phenomena scientificalls scale	0.12	-0.05	<b>-0.39</b>
		Mean Score performance on the using scientific evidence scale	0.14	-0.05	<b>-0.45</b>
		Mean Score performance on the knowledge about science scale	0.08	-0.07	<b>-0.43</b>
		Mean Score performance on the "Earth and space systems" scale	0.10	-0.02	-0.35
		Mean Score performance on the "Living systems" scale	0.12	-0.04	<b>-0.38</b>
		Mean Score performance on the "Physical systems" scale	0.16	-0.07	<b>-0.40</b>
		Mean Score performance on the interest in learning science topics scale	0.18	0.06	0.31
		Mean Score performance on the support for scientific enquiry scale	0.06	0.09	<b>0.40</b>
		Reading scale: Mean Score	0.13	0.14	-0.31
		Mathematic scale: Mean Score	0.16	-0.06	<b>-0.45</b>
	Variablen der Einstellung und des Engagements	Index of self-efficacy in science	-0.32	0.13	0.29
		Index of self-concept in science	-0.15	0.04	<b>0.43</b>
		Index of general value of science	0.20	<b>0.37</b>	0.32
		Index of personal value of science	-0.13	0.34	<b>0.45</b>
		The importance of doing well in sciences at school	-0.20	0.10	0.27
		The importance of doing well in mathematics at school	-0.21	-0.21	0.05
		The importance of doing well in reading at school	0.03	0.12	0.01
		Index of general interest in science	0.03	-0.04	0.28
		Index of enjoyment of science	0.00	0.10	<b>0.46</b>
		Index of instrumental motivation to learn science	<b>-0.37</b>	0.20	<b>0.56</b>
		Index of future-oriented motivation to learn science	-0.24	0.18	<b>0.48</b>
		Percentage of students expecting a science-related career at age 30	<b>-0.41</b>	0.14	<b>0.46</b>
		Percentag of students having at least one parent in a science-related career	-0.28	-0.21	-0.24
		Index of students science-related activities	-0.03	0.20	<b>0.40</b>
		Index of students awareness of environmental issues	-0.20	0.08	-0.04
		Index of students concern for environmental issues	0.11	0.01	0.16
		Index of students optimism regarding environmental issues	0.12	0.24	-0.01
		Index of students responsibility for sustainable development	0.21	0.21	0.24

Anmerkungen: Korrelationskoeffizienten, die sich auf einem Signifikanzniveau von 95% von 0 unterscheiden, sind **fett** gedruckt.  
 Quelle: PISA 2006; Spezialauswertungen des BfS; eigene Berechnungen; eigene Darstellung.

Tabelle 11: Korrelationskoeffizienten der bivariaten Korrelationsanalyse basierend auf internationalen Daten (Teil 2)

Quelle	Variablen- typ	Variablen	Anteil ISCED 48, 52, 54, 58 an Diplomen (2005)	Diplome ISCED 48, 52, 54, 58 pro 1'000 Beschäftigte (2005)	Anteil Frauen an Diplomen in ISCED 48, 52, 54, 58
Variablen aus PISA 2006	Unterrichts-Variablen	Percentage of students in schools where the principal reported that business and industry have a minor or indirect effect on the curriculum	-0.29	-0.04	-0.23
		Percentage of students in schools where the principal reported that business and industry have a considerable influence on curriculum	0.22	-0.21	-0.21
		Percentage of students taking general science courses compulsory	0.13	-0.04	-0.26
		Percentage of students taking general science courses optional	-0.07	0.29	0.21
		Percentage of students taking biology courses compulsory	0.08	0.28	-0.11
		Percentage of students taking biology courses optional	0.11	0.26	0.09
		Percentage of students taking Physics courses compulsory	0.17	0.35	0.23
		Percentage of students taking Physics courses optional	0.17	0.33	0.37
		Percentage of students taking Chemistry courses compulsory	0.15	0.32	0.18
		Percentage of students taking Chemistry courses optional	0.20	0.33	0.35
		Percentage of students taking any science courses that are compulsory	0.04	-0.02	-0.13
		Percentage of students taking any science courses that are optional	0.01	0.22	0.19
		Percentage of students taking any science courses that are compulsory or optional	-0.11	0.04	-0.14
		Percentage of students by time spent: science/regular lessons in school/less than 2 hours a week	-0.08	-0.26	-0.23
		Percentage of students by time spent: science/regular lessons in school/4hours a week or more	-0.12	0.05	0.19
		Percentage of students by time spent: science/out of school lessons in school/less than 2 hours a week	0.00	-0.13	<b>-0.48</b>
		Percentage of students by time spent: science/out of school lessons in school/4hours a week or more	-0.08	0.04	<b>0.45</b>
		Percentage of students by time spent: science/self study or homework in school/less than 2 hours a week	0.18	-0.22	<b>-0.50</b>
		Percentage of students by time spent: science/self study or homework/4hours a week or more	-0.08	0.20	<b>0.47</b>
		Percentage of students by time spent: reading/regular lessons in school/less than 2 hours a week	-0.10	-0.21	0.13
		Percentage of students by time spent: reading/regular lessons in school/4hours a week or more	-0.29	0.19	0.14
		Percentage of students by time spent: reading/out of school lessons in school/less than 2 hours a week	0.09	-0.15	<b>-0.38</b>
		Percentage of students by time spent: reading/out of school lessons in school/4hours a week or more	-0.21	0.06	<b>0.38</b>
		Percentage of students by time spent: reading/self study or homework in school/less than 2 hours a week	0.35	-0.27	<b>-0.49</b>
		Percentage of students by time spent: reading/self study or homework/4hours a week or more	-0.24	0.27	<b>0.42</b>
		Percentage of students by time spent: mathematics/regular lessons in school/less than 2 hours a week	-0.20	-0.21	0.06
		Percentage of students by time spent: mathematics/regular lessons in school/4hours a week or more	-0.16	0.12	0.07
		Percentage of students by time spent: mathematics/out of school lessons in school/less than 2 hours a week	-0.09	-0.15	-0.34
		Percentage of students by time spent: mathematics/out of school lessons in school/4hours a week or more	0.14	0.16	0.31
		Percentage of students by time spent: mathematics/self study or homework in school/less than 2 hours a week	0.10	-0.05	-0.22
		Percentage of students by time spent: mathematics/self study or homework/4hours a week or more	0.07	0.15	0.25
		Index of school activities to promote the learning of science	-0.06	0.35	0.25

Anmerkungen: Korrelationskoeffizienten, die sich auf einem Signifikanzniveau von 95% von 0 unterscheiden, sind **fett** gedruckt.  
 Quelle: PISA 2006; Spezialauswertungen des BFS; eigene Berechnungen; eigene Darstellung.

Tabelle 12: Korrelationskoeffizienten der bivariaten Korrelationsanalyse basierend auf internationalen Daten (Teil 3)

Quelle	Variablen- typ	Variablen	Anteil ISCED 48, 52, 54, 58 an Diplomen (2005)	Diplome ISCED 48, 52, 54, 58 pro 1'000 Beschäftigte (2005)	Anteil Frauen an Diplomen in ISCED 48, 52, 54, 58
Variablen aus PISA 2003	Leistungs-Variablen	Mean score in student performance on the mathematics/space and shape scale in PISA 2003	0.20	-0.10	<b>-0.55</b>
		Mean score in student performance on the mathematics/change and relationships scale in PISA 2003	0.05	-0.15	<b>-0.51</b>
		Mean score in student performance on the mathematics/quantity scale	0.17	-0.08	<b>-0.46</b>
		Mean score in student performance on the mathematics/uncertainty scale	-0.06	-0.13	<b>-0.43</b>
		Mean score in student performance on the mathematics scale	0.09	-0.11	<b>-0.49</b>
	Variablen der Einstellung und des Engagements	Index of interest in and enjoyment of mathematics	-0.12	0.20	<b>0.44</b>
		Index of instrumental motivation in mathematics	-0.34	0.16	<b>0.50</b>
		Index of self-concept in mathematics	-0.32	-0.08	0.25
		Index of self-efficacy in mathematics	-0.32	-0.21	-0.02
		Index of anxiety in mathematics	0.17	0.27	0.14
		Index of control strategies	-0.16	-0.20	0.21
		Index of memorisation strategies	-0.32	0.15	<b>0.47</b>
		Index of elaboration strategies	-0.16	0.31	<b>0.61</b>
	Unterrichts- Variablen	Time in hour per week for mathematics: Instructional time	-0.10	0.23	0.20
		Time in hour per week for mathematics: Homework or other study set by their teachers	<b>-0.38</b>	0.27	<b>0.41</b>

Anmerkungen: Korrelationskoeffizienten, die sich auf einem Signifikanzniveau von 95% von 0 unterscheiden, sind **fett** gedruckt. Quelle: PISA 2006; Spezialauswertungen des BFS; eigene Berechnungen; eigene Darstellung.

Wir schliessen aus diesen Beobachtungen, dass **die verwendeten Daten zu aggregiert** sind und die Methode einer **bivariaten Korrelationsanalyse ungeeignet** ist, um einen Einfluss von Leistungs-, Einstellungs- und Unterrichts-Variablen am Ende der Sekundarstufe I auf ingenieurwissenschaftliche Absolventenzahlen nachweisen zu können – dies bedeutet insbesondere, dass wir einen Einfluss der Sekundarstufe I auf ingenieurwissenschaftliche Absolventenzahlen trotz dieser Korrelationsanalyse nicht ausschliessen können. Wir denken, dass ein allfälliger Einfluss der obligatorischen Schule auf ingenieurwissenschaftliche Absolventenzahlen in der Länderanalyse von unsichtbaren Drittvariablen überlagert wird.

Weiter ist denkbar, dass der Einfluss der obligatorischen Schule auf ingenieurwissenschaftliche Absolventenzahlen über die Länder hinweg nicht homogen ist, sondern **länderspezifische Wirkungsketten** existieren – dies ist deshalb wahrscheinlich, weil die der Analyse zugrundeliegenden Länder bezüglich wirtschaftlicher Entwicklung und bezüglich dem Bildungssystem sehr heterogen sind. Schlussendlich muss nochmals darauf hingewiesen werden, dass die PISA-Einflussvariablen (15-Jährige in den Jahren 2003 und 2006) und die Zielvariablen (Absolvent/innen im Jahr 2005) sich auf unterschiedliche Jahrgangskohorten beziehen.

Eine multivariate Datenanalyse basierend auf **Personen-individuellen Längsschnittdaten** ist unseres Erachtens notwendig, um allfällige Effekte der Sekundarstufe I auf ingenieurwissenschaftliche Absolventenzahlen im Rahmen einer länderübergreifenden Analyse nachweisen zu können. Die Verfügbarkeit solcher Personen-individueller Daten müsste zu diesem Zweck für die einzelnen Länder abgeklärt werden.

### 4.2.2 Bivariate Korrelationsanalyse: kantonale Daten

Kantonale PISA-Daten liegen leider für die PISA-Welle 2006 mit dem Schwerpunkt Naturwissenschaften («science») nicht vor. Für einige Kantone<sup>12</sup> liegen allerdings ausgewählte kantonale Daten von PISA 2003 mit dem Schwerpunkt Mathematik vor. Basierend auf diesen Daten analysieren wir in diesem Abschnitt im Rahmen einer bivariaten Korrelationsanalyse den Zusammenhang zwischen Eintrittszahlen in ingenieurwissenschaftliche Studiengänge (ISCED-Felder 48, 52, 54, 58) und den schulischen Leistungen in Mathematik, Naturwissenschaften und Lesen, wie sie in PISA 2003 gemessen wurden. Darüber hinaus analysieren wir, ob ein bivariater Zusammenhang zwischen den Eintrittszahlen in ingenieurwissenschaftliche Studiengänge und einigen Strukturvariablen besteht, welche Holzer (2005) verwendet hat, um die kantonalen Unterschiede in den Mathematikleistungen zu erklären. Selbstverständlich gelten für die Interpretation der ausgewiesenen Korrelationskoeffizienten dieselben Einschränkungen, wie wir sie im Abschnitt 4.2.1 formuliert haben. Als Zusammenhangsmass verwenden wir wiederum den Korrelationskoeffizienten von Pearson.

Die in der nachfolgenden bivariaten Korrelationsanalyse verwendeten kantonale Daten sind den beiden Publikationen Holzer (2005) und Zahner Rossier (2005) entnommen.

**Tabelle 13** zeigt die Korrelationskoeffizienten zwischen der Zielvariable «Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an den Eintritten ins Hochschulsystem im Jahr 2007» und ausgewählten Einflussvariablen, wobei diejenigen Korrelationskoeffizienten, die auf einem Signifikanzniveau von 95% signifikant von 0 verschieden sind, fett gedruckt sind. Folgende Erkenntnisse können aus der Tabelle abgeleitet werden:

■ Die Korrelationskoeffizienten zwischen den **kantonalen Mathematikleistungen** und dem Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an den Eintritten ins Hochschulsystem im Jahr 2007 sind statistisch signifikant von 0 verschieden und das Vorzeichen der Korrelationskoeffizienten entspricht der Intuition: je höher der Mittelwert der Mathematikleistungen, je höher der Anteil der Schüler/-innen, welche das Leistungsniveau 5 oder 6 erreichen und je tiefer der Anteil der Schüler/-innen, welche nur das Leistungsniveau 1 erreichen, desto höher ist der Anteil der ingenieurwissenschaftlichen ISCED-Felder an den Hochschuleintritten. Interessant ist die Tatsache, dass die Korrelation zwischen den Leistungen im Lesen bzw. den Leistungen in den Naturwissenschaften und dem Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an den Hochschuleintritten statistisch nicht signifikant von 0 verschieden ist.

Das Fach Mathematik scheint deshalb als limitierender Faktor für ingenieurwissenschaftliche Studieneintritte zu fungieren. Dies dürfte mit dem in der Literatur zur Studienfachwahl oft beschriebenen Phänomen der «success expectancy» zusammenhängen: Studienanfänger bilden Erwartungen über verschiedene Studiengänge und antizipieren, dass ingenieurwissenschaftliche Studiengänge hohe mathematische Anforderungen voraussetzen. Es entscheiden sich nur diejenigen Studienanfänger/-innen für ein ingenieurwissenschaftliches Studium, welche von sich denken, diesen hohen mathematischen Anforderungen zu genügen – dies sind diejenigen Studienanfänger/-innen, welche in ihrer Bildungsbiografie gute Ergebnisse in Mathematik erzielt haben.

■ Mit +0.75 ist die Korrelation zwischen der **Anzahl Mathematikstunden in der obligatorischen Schule** und dem Anteil der ingenieurwissenschaftlichen ISCED-Felder äusserst hoch: je mehr Stunden Mathematik während der obligatorischen Schule unterrichtet werden, desto höher ist der Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an den Hochschuleintritten. Dies ist deshalb nicht verwunderlich, weil gemäss Zahner Rossier (2005) **die Anzahl Mathematikstunden während der obligatorischen Schule und die erzielten Mathematikleistungen am Ende der Sekundarstufe I hoch positiv korreliert sind.**

<sup>12</sup> Freiburg (f), Wallis (f), Thurgau, St. Gallen, Aargau, Zürich, Jura, Bern (d), Waadt, Neuenburg, Genf, Tessin

Allerdings ist auch möglich, dass eine höhere Anzahl an Mathematikstunden während der obligatorischen Schule zu einem erhöhtem Interesse für Mathematik führt und so ein zusätzlicher Wirkungskanal entsteht, welcher über die indirekte Beeinflussung über die Mathematikleistungen hinausreicht.

■ Einleuchtend ist die Tatsache, dass die Korrelation zwischen dem **Anteil der im 2. Sektor (Industrie) Beschäftigten** und dem Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an den Eintritten ins Hochschulsystem positiv und statistisch signifikant von 0 verschieden ist. Interpretiert man diesen Zusammenhang kausal, so resultiert, dass die Wirtschaftsstruktur eines Kantons die Studienfachwahl beeinflusst. Dies in dem Sinn, dass in diesen Kantonen, wo vermehrt Bedarf nach Ingenieur/innen besteht, sich auch mehr Studierende für diese Fachrichtung entscheiden.

Es liegt zudem die These nahe, dass diese Beeinflussung über das Interesse erfolgt. Zahner/Rossier et al. (2007) schreiben etwa: «Vergleicht man dieses Interesse getrennt nach den vorgelegten naturwissenschaftlichen Gebieten, so weichen die Ergebnisse der Schweiz von den Vergleichsländern ab (Tabelle 3.1). In fast allen Nachbarländern ist mit Anteilen zwischen 74 bis 78 Prozent die Humanbiologie das interessanteste naturwissenschaftliche Gebiet (68% im OECD-Durchschnitt), während sich in der Schweiz nur gerade die Hälfte der 15-jährigen (51%) für die Humanbiologie interessiert. [...]; der grösste Anteil interessiert sich [in der Schweiz] für Chemiethemen (59%)» (S. 27).

Dies ist deshalb interessant, weil die chemische Industrie in der Schweiz einen überdurchschnittlich hohen Anteil des Bruttoinlandprodukts beisteuert und medial im Vergleich zu anderen Ländern überdurchschnittlich präsent ist. «Chemie» ist in der Schweiz bei der Bevölkerung und bei den Schülern/-innen ein Thema. Oder Zwick und Renn (2000): «Grosse geschlechtsspezifische Unterschiede gibt es hingegen bei der Beurteilung von Industrierobotern und der Waschmaschine. Erstere rufen bei Männern deutlich öfter positive Reaktionen hervor (59%) als bei Frauen (30%), letztere bei Frauen (49%) im Vergleich zu den Männern (25%).» (S.51).

Diese beiden narrativen Anekdoten können dahingehend interpretiert werden, dass eine verstärkte Auseinandersetzung mit einem Thema zu einem verstärkten Interesse für dieses Thema führt. Aus diesem Thema liegt der Schluss nahe, dass mehr Mathematikstunden während der obligatorischen Schule zu einem verstärkten Interesse für mathematische und damit auch für ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen führen.

■ Nebenbei interessant ist auch die Tatsache, dass die Korrelationen der Zielvariable mit dem **Anteil der Alleinerziehenden, der Secondos, der Immigrierten und der Fremdsprachigen in % der Bevölkerung** durchwegs negativ sind – die Korrelation zwischen den Alleinerziehenden in % der Bevölkerung und der Zielvariablen ist sogar statistisch signifikant von 0 verschieden. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Alleinerziehenden, Secondos, Immigrierten und Fremdsprachigen tendenziell zu tieferen sozialen Schichten gehören. Es gibt Literatur, welche berichtet, dass sich Studienanfänger/-innen aus tieferen sozialen Schichten tendenziell für kürzere und einfachere Studiengänge mit einer erhöhten Erfolgswahrscheinlichkeit («success expectancy») und damit tendenziell gegen anspruchsvolle ingenieurwissenschaftliche Studiengänge entscheiden. Wahrscheinlicher ist allerdings, dass es sich hierbei um eine Scheinkorrelation handelt, welche über die Drittvariable «Mathematikleistungen» getrieben wird: denn tiefere soziale Schichten weisen schlechtere Mathematikleistungen auf.

■ Schliesslich sind die Korrelationskoeffizienten bezüglich der Variable «Anteil Bildungsausgaben in % der Gesamtausgaben» und «Arbeitslosenquote in %» statistisch signifikant von Null verschieden. Eine Interpretation des positiven Korrelationskoeffizienten zwischen dem **Anteil Bildungsausgaben in % der Gesamtausgaben** und dem Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an den Hochschuleintritten ist dahingehend möglich, dass die technischen Ausbildungsgänge tendenziell teurer sind als andere Bildungsgänge. Dies ist sowohl auf Sekundarstufe II (Zubringer) als auch auf der Tertiärstufe der Fall.

Die negative Korrelation zwischen der **Arbeitslosigkeit in %** und der Zielvariablen deutet zudem an, dass in Kantonen mit guter Wirtschaftslage und daher tiefer Arbeitslosigkeit die Eintritte in ingenieurwissenschaftliche Studienrichtungen zahlreicher sind als in Kantonen mit schlechterer Wirtschaftslage. Diese Beobachtung ist konsistent mit den Korrelationen mit dem Anteil der im 2. Sektor (Industrie) Beschäftigten sowie mit dem Anteil Bildungsausgaben in % der Gesamtausgaben.

Tabelle 13: Korrelationskoeffizienten der bivariaten Korrelationsanalyse basierend auf kantonalen Daten

		Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 an den Eintritten ins Hochschulsystem (2007)
Leistungen PISA 2003	<b>Mathematikleistung: Mittelwert</b>	<b>0.58</b>
	<b>Mathematikleistung: &lt; Niveau 2 in %</b>	<b>-0.64</b>
	<b>Mathematikleistung: &gt; Niveau 4 in %</b>	<b>0.61</b>
	Lesekompetenz: Mittelwert	0.52
Strukturdaten zu Wirtschaft und Arbeit	Naturwissenschaftliche Leistungen: Mittelwert	0.49
	Volkseinkommen pro Einwohner in CHF	-0.10
	<b>Arbeitslosenquote in %</b>	<b>-0.62</b>
	Anteil der im 1. Sektor Beschäftigten in %	0.19
	<b>Anteil der im 2. Sektor Beschäftigten in %</b>	<b>0.60</b>
	Anteil der im 3. Sektor Beschäftigten in %	-0.53
	Anteil Lehrpersonen am Total der Beschäftigten in %	0.19
Strukturdaten zur Bevölkerung	Landbevölkerung in %	0.13
	Bildung auf Tertiärstufe %	-0.51
	<b>Alleinerziehende in %</b>	<b>-0.72</b>
	Immigrierte %	-0.20
	Secondos %	-0.39
	Fremdsprachige %	-0.35
	Verweildauer immigrierte Jahre	0.17
Strukturdaten zu Bildungsausgaben	Bildungsausgaben pro Kopf in CHF	-0.40
	Anteil Bildungsauskommen am Volkseinkommen in %	-0.26
	<b>Anteil Bildungsausgaben an Gesamtausgaben in %</b>	<b>0.66</b>
	Kosten einer obligatorischen Ausbildung in CHF	-0.35
	Jährlicher Sachaufwand pro Schüler Sek I in CHF	0.14
Strukturdaten zu den Schulen	Klassengrösse Primarstufe	-0.10
	Klassengrösse Sek I	0.30
	Lernende pro VZÄ Lehrkraft	0.44
	Anteil besonderer Lehrplan in %	0.34
	Stabile Repetierendenquote in %	-0.29
	Mobile Repetierendenquote in %	0.40
	Einschulung Abweichung vom Konkordat in Monaten	0.29
	Anteil sehr heterogener Schulklassen in %	-0.32
	Selektivität des Schulsystems	0.22
	<b>Stunden Mathematikunterricht</b>	<b>0.75</b>

Anmerkungen: Korrelationskoeffizienten, die sich auf einem Signifikanzniveau von 95% von 0 unterscheiden, sind **fett** gedruckt.  
Quelle: Spezialauswertung BfS; Zahner Rossier (2005); Holzer (2005); eigene Berechnungen; eigene Darstellung.

Wie wir in Abschnitt 4.2.1 dargelegt haben, kann von Korrelationskoeffizienten streng genommen nicht auf Wirkungszusammenhänge geschlossen werden. Allerdings zeigt die in diesem Abschnitt präsentierte Korrelationsanalyse basierend auf kantonalen Daten, dass **bessere Mathematikleistungen und mehr Mathematikunterricht an der obligatorischen Schule** mit einem **höheren Anteil ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge an den Hochschuleintritten** einhergehen. Bezüglich der Kausalität des Zusammenhangs können keine Aussagen gemacht werden, jedoch liegen unserer Meinung nach vorläufig keine erklärenden Drittvariablen auf der Hand.

Wie in den einleitenden Worten dieser Studie erwähnt, hat eine Anfrage des Regierungsrats Claudio Lardi das Erziehungs-, Kultur- und Umweltdepartement des Kantons Graubünden veranlasst, untersuchen zu lassen, ob die Ursachen des Ingenieurmangels im Kanton Graubünden möglicherweise im Zusammenhang mit den Lektionentafeln und Lehrplänen der Volksschule stehen. Wir sind der Meinung, dass die Ergebnisse der in diesem Abschnitt durchgeführten bivariaten Korrelationsanalyse basierend auf kantonalen Daten diese **Hypothese zumindest teilweise bestätigen**.

## 5 Gesamtwürdigung und Fazit

In *Kapitel 2* haben wir gezeigt, dass der Ingenieurmangel in der Schweiz und im Kanton Graubünden nicht nur ein mediales Schreckgespenst ist, sondern einer ökonomischen Realität entspricht. Unsere Berechnungen haben dabei ergeben, dass in der Schweiz erstmals im März 2006, im Kanton Graubünden bereits im Juni 2005 eine negative Ingenieurücke zu beobachten war. Der Ingenieurmangel hat sich seitdem kontinuierlich akzentuiert, so dass **im April 2008** gemäss unseren Berechnungen **in der Schweiz 3'056, im Kanton Graubünden 42 Ingenieure/-innen fehlten**. Die von uns berechnete Ingenieurücke verstehen wir dabei als konservative Untergrenze. Denn unsere Analysen haben gezeigt, dass die Ingenieurücke auch doppelt so hoch sein könnte und demnach im April 2008 in der Schweiz rund 6'000 Ingenieure/-innen fehlten.

Des Weiteren hat unsere Quantifizierung des Ingenieurmangels gezeigt, dass der Ingenieurmangel insbesondere **Maschineningenieure/-innen** und **Elektroingenieure/-innen** betrifft, so dass die Schweizer Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie vom Ingenieurmangel besonders stark betroffen sein dürfte. Auch einen substantiellen Mangel an **Informatikingenieuren/-innen** und **Bauingenieuren/-innen** konnten wir nachweisen.

Eine kantonale Differenzierung, welche der Bevölkerungsgrösse der Kantone Rechnung trägt, hat darüber hinaus gezeigt, dass insbesondere der Kanton **Aargau**, gefolgt von den Kantonen Thurgau, Glarus, Schaffhausen und **Graubünden** vom Ingenieurmangel betroffen ist.

Die in der Schweiz zurzeit beobachtete und von Büro BASS quantifizierten Ingenieurücke muss als substantiell bezeichnet werden, da sie mindestens einem gesamten ingenieurwissenschaftlichen Absolventenjahrgang entspricht. Dies ist umso bedenklicher, weil festgehalten werden muss, dass die **Ingenieurücke weiterhin wächst** und eine Abflachung dieses Wachstums zurzeit nicht zu beobachten ist.

Schlussendlich hat eine Analyse von Studierendenzahlen ergeben, dass die **Anzahl Eintritte in ingenieurwissenschaftliche Studiengänge** in der Schweiz seit 1990 leicht abgenommen hat und die für Anzahl für absolvierte ingenieurwissenschaftliche Studiengänge ausgestellten **Diplome** stagnierten bzw. leicht zugenommen haben, wenn man die Informatik auch zu den Ingenieurwissenschaften zählt. Im Kanton Graubünden haben sich die Studierendenzahlen etwas positiver entwickelt: sowohl für die Eintritte als auch für die Diplome konnten zwischen 1990 und 2007 leichte Zuwächse diagnostiziert werden. Weil die Studierquote zwischen 1990 und 2007 um rund 50% zugenommen hat, muss die Stagnation der Anzahl Studierenden in den Ingenieurwissenschaften allerdings als **negative Entwicklung** bewertet werden.

Aufgrund der mehr oder weniger seit 1990 stagnierenden Studierendenzahlen in den Ingenieurwissenschaften kommen wir zum Schluss, dass der **Ingenieurmangel** in erster Linie **nachfragegetrieben** ist: die Nachfrage nach technischem Humankapital ist in den letzten Jahrzehnten in der Schweiz und auch im Kanton Graubünden stark gestiegen, während das Angebot stagnierte. Der Mehrbedarf an technischem Humankapital ist auf einen grundlegenden Strukturwandel hin zu einer wissensbasierten Wettbewerbsgesellschaft zurückzuführen, wobei dieser Strukturwandel alle industrialisierten Länder betrifft und von Ökonomen als «skill-biased technological change» bezeichnet wird.

In der **Literatur zum Thema Ingenieurmangel** werden eine Reihe von **angebotsseitigen Ursachen** abgehandelt, wobei die Studienfachwahl im Mittelpunkt steht. In *Kapitel 3* haben wir die Ergebnisse unserer Literaturrecherche detailliert dargestellt. Die Literaturrecherche hat gezeigt, dass die Ursachen des Ingenieurmangels bzw. die Ursachen der stagnierenden Absolventenzahlen in den Ingenieurwissenschaften äusserst komplex sind und monokausale Erklärungen dem Thema nicht gerecht werden. Es besteht allerdings ein Konsens dahingehend, dass das **Interesse** die Studienfachwahl am stärksten beeinflusst,



gefolgt von der **Bildungsbiografie** und den **Erwartungen hinsichtlich des Studium und des Arbeitsmarkts**. Des Weiteren macht die Literatur deutlich, dass auch ein veränderter **gesellschaftlicher Kontext** und ebenso das **familiäre und soziale Umfeld** den Studienfachentscheid beeinflussen.

Aufgrund der Dominanz des Interesses bei der Studienfachwahl sind sich die Experten einig, dass bezüglich **Massnahmen gegen den Ingenieurmangel** eine Einflussnahme im Prozess der Interessenbildung, der am Ende der Sekundarstufe I mehr oder weniger abgeschlossen ist, der erfolgversprechendste Ansatz ist, Veränderungen in der Verteilung der Präferenzen auf Studiengänge herbeizuführen. Die Empfehlungen gehen dahin, dass **auf der Primarstufe und der Sekundarstufe I** das **technische Interesse** im Rahmen eines verstärkt experimentellen, wirklichkeitsorientierten und emotional erfahrbaren Unterrichts **geweckt und stabilisiert werden soll**.

Vor diesem Hintergrund erscheint die Fragestellung unseres Auftraggebers, dem Erziehungs-, Kultur- und Umweltdepartement des Kantons Graubünden, ob die Ursachen des Ingenieurmangels (im Kanton Graubünden) möglicherweise im **Zusammenhang mit** den Stundentafeln und Lehrplänen der **Volksschule** stehen, äusserst berechtigt und mit der Literatur zum Thema konsistent. Dieser Fragestellung gingen wir in *Kapitel 4* nach, einerseits im Rahmen einer **strukturellen Analyse** des Schweizer Bildungssystems sowie im Rahmen einer **bivariaten Korrelationsanalysen basierend auf kantonalen und internationalen PISA-Daten**.

Allerdings konnten wir darlegen, dass das **technische Interesse bei den Schweizer Schülern/-innen am Ende der Sekundarstufe I seit 1990 stabil** geblieben ist, was mit den stagnierenden Absolventenzahlen korrespondiert. Denn der Anteil von technischen Ausbildungsfeldern an den auf der Sekundarstufe II ausgestellten Abschlusszeugnissen blieb seit 1990 stabil: Einerseits betrug der Anteil der technischen Ausbildungsfelder an den ausgestellten eidgenössischen Fähigkeitszeugnissen seit 1990 stabil rund 40 Prozent. Andererseits betrug der Anteil von mathematisch-naturwissenschaftlichen Maturitätszeugnissen seit 1990 stabil rund 25 Prozent.

Der Anteil von technischen Ausbildungsfeldern **bricht erst im Übergang von der Sekundarstufe II in die Tertiärstufe ein**, was letztlich dazu geführt hat, dass die absoluten Eintrittszahlen in Studiengänge der Ingenieurwissenschaften und Informatik zwischen 1990 und 2007 trotz einer stark steigenden Studierquote stagnierten bzw. sogar leicht gefallen sind. Aufgrund der strukturellen quantitativen Analyse des Bildungssystems kommen wir zum Schluss, dass der **Ingenieurmangel auch mit Vorgängen auf der Sekundarstufe II zusammenhängt**: einerseits folgern wir bezüglich dem gymnasialen Bildungsweg, dass das technische Potential, welches am Ende der Sekundarstufe I existiert, nicht ausgeschöpft wird. Andererseits folgern wir bezüglich dem Bildungsweg «Berufslehre – Berufsmaturität - Fachhochschule», dass Ausbildungserfahrungen in technisch orientierten Berufslehren und in Ausbildungslehrgängen zur Erlangung einer technischen Berufsmaturität dazu führen, dass die Studierneigung von Absolventen/-innen technischer Berufslehren unterdurchschnittlich ausfällt und ein Teil dieser Absolventen/-innen sich Tertiärausbildungen jenseits der Ingenieurwissenschaften und der Informatik zuwendet.

Aufgrund eines Mehrbedarfs an technischem Humankapital der Schweizer Wirtschaft infolge eines tiefgreifenden Strukturwandels ist die Stagnation des technischen Interesses am Ende der Sekundarstufe I allerdings nicht positiv zu bewerten – eine Zunahme des technischen Interesses am Ende der Sekundarstufe I wäre wünschenswert und scheint für eine nachhaltige und substantielle Erhöhung der Absolventenzahlen von tertiären Studiengängen der Ingenieurwissenschaften und Informatik Voraussetzung zu sein. Da die Interessen am Ende der Sekundarstufe I bereits hochgradig feststehen und auf späteren Ausbildungsstufen nicht mehr oder nur noch marginal gesteuert werden können, muss die bildungspolitische Einflussnahme primär an der obligatorischen Schule ansetzen. Dies folgt auch aus den Erkenntnissen,

welche wir im Rahmen einer bivariaten Korrelationsanalyse gewonnen haben. Denn diese hat gezeigt, dass mehr **Mathematikunterricht** und bessere **Mathematikleistungen** mit einem **höheren Anteil der Studiengänge der Ingenieurwissenschaften und der Informatik** an den Hochschuleintritten einhergehen.

Zusammenfassend kommen wir basierend auf den in dieser Studie erarbeiteten Erkenntnissen zu den folgenden **Empfehlungen von bildungspolitischen Massnahmen**, um die Anzahl Absolventen/-innen tertiärer Studiengänge der Informatik und der Ingenieurwissenschaften zu erhöhen:

- **Erstens:** Da die **Interessen** am Ende der **Sekundarstufe I** bereits feststehen, können substantiell nur Massnahmen erfolgreich sein, welche zwischen der Geburt und dem Ende der Sekundarstufe I ansetzen.
- **Zweitens:** Da der **Frauenanteil** in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen äusserst tief ist, liegt der Schluss nahe, dass angehende Studentinnen das grösste Rekrutierungsreservoir zur Erhöhung der Absolventenzahlen in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 darstellen. Eine Aktivierung dieses Potentials ist allerdings nur dann möglich, wenn die **geschlechtsspezifische Interessen- bzw. Techniksozialisation**, welche am Ende der Sekundarstufe I abgeschlossen ist, durchbrochen werden kann. Es stellt sich die Frage, ob dies über eine Einflussnahme im Rahmen der Volksschule überhaupt geleistet werden kann.
- **Drittens:** Es scheint angezeigt, in der **obligatorischen Schule** mehr Mathematik-Unterricht und mehr naturwissenschaftlichen Unterricht mit technischer Ausrichtung anzubieten. Dabei soll die Fokussierung auf Weckung und Stabilisierung des technischen Interesses im Rahmen eines verstärkt experimentellen, wirklichkeitsorientierten und emotional erfahrbaren Unterrichts gelegt werden.
- **Viertens:** Es gibt Hinweise, dass das Potential von technisch interessierten Schüler/-innen, welche sich für einen gymnasialen Bildungsweg entscheiden, bereits beim Übergang von der Sekundarstufe I in die Sekundarstufe II (Gymnasium) nicht vollständig ausgeschöpft wird. Es muss darüber nachgedacht werden, einen **Maturitätslehrgang mit einem technischen Schwerpunkt** zu schaffen, um dieses bisher ungenutzte Potential zu nutzen.
- **Fünftens:** Der **Bildungsentscheid am Ende der Sekundarstufe I** erweist sich in der Realität als **Präjudiz** für nachgelagerte Bildungsentscheide. Lapidar ausgedrückt: wer sich nicht bereits am Ende der Sekundarstufe I für einen technischen, mathematischen oder naturwissenschaftlichen Ausbildungslehrgang auf der Sekundarstufe II entscheidet, wird selten ein Studium in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 absolvieren. Aus diesem Grund müssen die institutionellen, strukturell-formellen und strukturell-informellen Voraussetzungen geschaffen werden, damit für Studenten/-innen ohne Bildungsbiografie im technischen und mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich eine **Durchlässigkeit** in die Studiengänge der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 geschaffen wird («zweite Chance»).
- **Sechstens:** Die Ursachen für den Verlust von technisch interessierten Personen im **Übergang von der Sekundarstufe II in die Tertiärstufe** müssen in einem ersten Schritt identifiziert werden. In einem zweiten Schritt sind entsprechende Gegenmassnahmen zu entwickeln und dann zu implementieren.
- **Siebtens:** Der Anteil der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 ist sowohl auf der Sekundarstufe II als auch auf der Tertiärstufe für den Bildungsweg «Berufslehre – Berufsmaturität - Fachhochschule» höher als für den Bildungsweg «Gymnasium – Universitäre Hochschule». Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass die Schüler/-innen während dem Bildungsweg «Berufslehre – Berufsmaturität - Fachhochschule» stärker mit dem Arbeitsmarkt konfrontiert sind und die Nachfrage des Arbeitsmarktes sich so stärker auf die Studienfachwahl auswirken kann. Aus diesem Grund könnte es Sinn machen, Massnahmen zu evaluieren, welche die **Nachfrage des Arbeitsmarkts** auch im **Bildungsweg «Gymnasium – Universitäre Hochschule»** stärker sichtbar und erlebbar machen.

Um geeignete Massnahmen gegen den Ingenieurmangel in der Praxis wissenschaftsbasiert implementieren zu können, ist unseres Erachtens folgender **weiterer Forschungsbedarf** angezeigt:

- Genaue Bestimmung der Ingenieurlücke durch die Überprüfung der Hochrechnungsannahmen für die Schweiz. Dies ist im Rahmen einer **Unternehmensbefragung** möglich.
- Analyse des **Zusammenhangs zwischen Volksschule und Eintritt in Studiengänge** der Ingenieurwissenschaften und der Informatik basierend auf personenindividuellen Daten (z.B. basierend auf dem Tree-Datensatz), um die relevanten Faktoren in der Volksschule, welche mit dem Ingenieurmangel zusammenhängen, zu identifizieren.
- Detaillierte **strukturelle Datenanalyse des Bildungswegs «Berufslehre – Berufsmaturität - Fachhochschule»**, welche eine Antwort auf die Frage «Warum fällt der Anteil technischer Ausbildungsfelder über die 3 Stufen derart ausgeprägt?» geben kann. Ziel ist dabei die Herleitung von geeigneten Massnahmen, welche auf der Sekundarstufe II implementiert werden können und die zu einer substantiellen Erhöhung des Anteils der technischen Ausbildungsfelder an den Fachhochschulen führen.
- **Evaluation** der Einführung eines **technischen Schwerpunktfachs** in gymnasialen Maturitätslehrgängen.
- Bestimmung des **volkswirtschaftlichen Wohlfahrtsverlustes** durch den Ingenieurmangel.
- Inventar und **Evaluation von internationalen Massnahmenprogrammen**, die eine Erhöhung des Anteils der naturwissenschaftlich-mathematischen und der technischen tertiären Studiengänge zum Ziel haben.

## 6 Literaturverzeichnis

### Schweiz

- Bigler Hans-Ulrich (2007): Ingenieurbedarf MEM-Industrie, Zürich: Präsentation anlässlich der Swissmem-Jahresmedienkonferenz am 28. Februar 2007,  
URL: [http://www.swissmem.ch/fileadmin/user\\_upload/Swissmem/Dokumente/Themen-de/Ingenieurbedarf\\_MEM-Industrie.pdf](http://www.swissmem.ch/fileadmin/user_upload/Swissmem/Dokumente/Themen-de/Ingenieurbedarf_MEM-Industrie.pdf) [Stand: 02.06.2008]
- Cappelli Stéphane (2008): Maturitäten und Übertritte an Hochschulen 2007, Neuchâtel: BfS
- Eglin-Chappuis Noëmi (2007): Studienfachwahl und Fächerwechsel. Eine Untersuchung des Wahlprozesses im Übergang vom Gymnasium an die Hochschule, Bern: Center for Science and Technology Studies (CEST)
- Flubacher Mi-Cha (2007): Fächerwahl – Zusatzstudie Informatik, Bern: Center for Science and Technology Studies (CEST)
- Gilbert Anne-Francoise, Fabienne von Roten und Elvita Alvarez (2003): Promotion des femmes dans les formations supérieures techniques et scientifiques, Ecublens: Observatoire EPFL Science, Politique et Société
- Holzer Thomas (2005): PISA 2003. Einflussfaktoren auf die kantonalen Ergebnisse, Neuchâtel: BfS
- Kiener Urs (2005): Zukunft Engineering. Eine Expertenbefragung in der Schweiz, Winterthur: ETH-Rat und Bundesamt für Berufsbildung und Technologie
- Poglia Edo und Bettelini C. Molo (2004): Le choix des études universitaires en Suisse, Bern: OFES 2004/3F
- Poglia Edo und Bettelini C. Molo (2007): «Le choix des études universitaires: sciences sociales plutôt que sciences exactes ou techniques? Enquête auprès des étudiantes et des étudiants débutant(e)s dans les hautes écoles universitaires en Suisse », *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, Vol. 29, No. 1, 100-200
- Schmidlin Sabina (2003): Akademiker und Akademikerinnen auf dem Arbeitsmarkt. Wo stehen die Hochschulabsolventen und –absolventinnen vier Jahre nach Studienabschluss?, Neuchâtel: BfS
- Umbach-Daniel Anja (2007): Ingenieur-Nachwuchs Schweiz 2007, Zürich: Engineers Shape our Future IngCH, URL: [http://www.ruetter.ch/publikationen/Ing.-Nachwuchs\\_2007.pdf](http://www.ruetter.ch/publikationen/Ing.-Nachwuchs_2007.pdf) [Stand: 29.05.2008]
- Von Erlach Emanuel (2008): Ausbildung in Naturwissenschaften, Mathematik und Technik. Eine statistische Analyse, Neuchâtel: BfS
- Witmer Andrea (2005): Hochschulabsolventen und Hochschulabsolventinnen auf dem Arbeitsmarkt. Erste Ergebnisse der Längsschnittbefragung 2005, Neuchâtel: BfS
- Zahner Rossier Claudia (2005): PISA 2003: Kompetenzen für die Zukunft. Zweiter nationaler Bericht, Neuchâtel: BfS
- Zahner Rossier Claudia und Thomas Holzer (2007): PISA 2006: Kompetenzen für das Leben – Schwerpunkt Naturwissenschaften. Nationaler Bericht, Neuchâtel: BfS

**Deutschland**

- Becker Rolf (2000): Studierbereitschaft und Wahl von ingenieurwissenschaftlichen Studienanfängern. Eine empirische Untersuchung sächsischer Abiturienten der Abschlussjahrgänge 1996, 1998 und 2000, Berlin: Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung
- Heine Christoph, Jürgen Egel, Christian Kerst, Elisabeth Müller und San-Min Park (2006): Bestimmungsgründe für die Wahl von ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen. Ausgewählte Ergebnisse einer Schwerpunktstudie im Rahmen der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, Mannheim: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW)
- Helferich Christoph (1998): Geschichte der Philosophie. Von den Anfängen bis zur Gegenwart und Östliches Denken, 6. Auflage Februar 2005, München: dtv
- Koppel Oliver (2007): Ingenieurmangel in Deutschland – Ausmass und gesamtwirtschaftliche Konsequenzen, Köln: Institut der deutschen Wirtschaft Köln
- Koppel Oliver (2008): Ingenieurlücke in Deutschland – Ausmass, Wertschöpfungsverluste und Strategien, Köln: Institut der deutschen Wirtschaft Köln
- Minks Karl-Heinz (2000): Studienmotivation und Studienbarrieren, in: Hochschul-Informationssystem GmbH [Hrsg.]: Kurzinformation HIS November 2000, Hannover: Hochschul-Informationssystem GmbH
- Minks Karl-Heinz (2001): Allokationsprobleme beim Zugang in die Ingenieurwissenschaften und Folgen für den «Anbietermarkt», URL: <http://www.his.de/publikation/seminar/Tagung2001/Minks.pdf>
- Minks Karl-Heinz (2004): Wo ist der Ingenieurwachstum?, in: Hochschul-Informationssystem GmbH [Hrsg.]: Kurzinformation HIS September 2004, Hannover: Hochschul-Informationssystem GmbH
- Pastor Mandy und André Wolter (2005): Studiennachfrage und Nachwuchspotentiale in den Ingenieurwissenschaften – Das Beispiel Sachsens im Bundesvergleich, *Beiträge zur Hochschulforschung*, Vol. 27, No. 2, 46-70
- VDI (2004): Fachkräftemangel bei Ingenieuren. Aktuelle Situation und Perspektiven, Düsseldorf: VDI Verlag GmbH
- Zwick Michael M. und Ortwin Renn (2000): Die Attraktivität von technischen und ingenieurwissenschaftlichen Fächern bei der Studien- und Berufswahl junger Frauen und Männer, Stuttgart: Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg

**International**

- Brown Clair und Greg Linden (2007): Is There a Shortage of Engineering Talent in the U.S.?, Institute for Research on Labor and Employment, Working Paper Series, Paper iirwps-163-07, URL: <http://repositories.cdlib.org/iir/iirwps/iirwps-163-07> [Stand: 29.05.2008]
- Hemmo Valérie (2005): Declining Enrolment in S&T Studies: Is it Real? What are the Causes? What can be Done?, OECD Global Science Forum
- Jacobsson Staffan, Cecilia Sjöberg und Marie Wahlström (2001): «Alternative Specifications of the Institutional Constraints to Economic Growth – Or Why Is There a Shortage of Electronic Engineers and Computer Scientists in Sweden?», *Technology Analysis and Strategic Management*, Vol. 13, No. 2, Juni, 179-193
- OECD (2007): Bildung auf einen Blick 2007. OECD-Indikatoren, Paris: OECD

## 7 Anhang

### 7.1 Glossar

**ISCED:** International **S**tandard **C**lassification of **E**ducation. ISCED unterscheidet zwischen Ausbildungsstufen und Ausbildungsfeldern. Für Details siehe:

■ [http://www.uis.unesco.org/TEMPLATE/pdf/isced/ISCED\\_A.pdf](http://www.uis.unesco.org/TEMPLATE/pdf/isced/ISCED_A.pdf) [Stand: 06.06.2008]

Für die vorliegende Studien sind folgende Elemente der ISCED-Nomenklatur relevant:

■ ISCED-Stufen: 5A und 6

■ ISCED-Felder: 48: Computing (Informatik), 52 Engineering and engineering trades (Ingenieurwesen und technische Berufe), 54 Manufacturing and processing (Herstellung und Verarbeitung), 58 Architecture and building (Architektur und Baugewerbe)

**ISCO88:** International **S**tandard **C**lassification of **O**ccupations. Mehr Informationen unter:

<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infotek/nomenklaturen/blank/blank/isco/01.html> [Stand: 25.06.2008]

**SBN2000:** Schweizer **B**erufs**n**omenklatur **2000**. Detaillierte Informationen unter:

■ [http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infotek/nomenklaturen/blank/blank/sbn\\_2000/02.html](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infotek/nomenklaturen/blank/blank/sbn_2000/02.html) [Stand: 06.06.2008]

Für die vorliegende Studie sind insbesondere folgende Berufsgruppen und die in ihnen enthaltenen Berufsuntergruppen der SBN relevant:

■ 311 Informatikberufe:

■ 361 Berufe der Informatik

**NOGA:** **N**omenclature **G**énérale des **A**ctivités économiques. Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige. Mehr Informationen unter :

[http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infotek/nomenklaturen/blank/blank/noga0/vue\\_d\\_ensemble.html](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infotek/nomenklaturen/blank/blank/noga0/vue_d_ensemble.html)

## 7.2 Ergänzende Tabellen

Tabelle 14: Ausgeübter vs. erlernter Beruf nach Schweizer Berufsnomenklatur 2000 – Ingenieure und Informatiker im Jahr 2000

	Alle Erwerbstätigen				Erwerbstätige mit höherer Ausbildung			
	Ausg. Beruf	Erl. Beruf	Δ abs.	Δ in %	Ausg. Beruf	Erl. Beruf	Δ abs.	Δ in %
311 Ingenieurberufe	54'364	112'725	-58'361	<b>-51.8%</b>	42'859	105'585	-62'726	<b>-59.4%</b>
31101 Architekten/-innen	16'060	18'799	-2'739	-14.6%	12'030	17'032	-5'002	-29.4%
31102 Bauingenieure/-innen	4'829	9'431	-4'602	-48.8%	4'573	9'168	-4'595	-50.1%
31103 Informatikingenieure/-innen	6'752	4'530	2'222	49.1%	4'529	4'026	503	12.5%
31104 Maschineningenieure/-innen	2'397	12'980	-10'583	-81.5%	2'039	11'912	-9'873	-82.9%
31105 Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlageningenieure/-innen	353	320	33	10.3%	249	279	-30	-10.8%
31106 Elektroingenieure/-ingenieurinnen	3'063	17'623	-14'560	-82.6%	2'647	17'238	-14'591	-84.6%
31107 Elektronik- und Mikrotechnikingenieure/-innen	1'624	3'464	-1'840	-53.1%	1'409	3'310	-1'901	-57.4%
31108 Forstingenieure/-ingenieurinnen	297	802	-505	-63.0%	288	787	-499	-63.4%
31109 Agronomen/-innen	441	4'241	-3'800	-89.6%	353	3'926	-3'573	-91.0%
31110 Kultur- und Vermessungsingenieure/-innen Geometer/innen	990	2'666	-1'676	-62.9%	830	2'097	-1'267	-60.4%
31111 Orts-, Siedlungs- und Landschaftsplaner/-innen	813	463	350	75.6%	680	437	243	55.6%
31112 Chemieingenieure/-innen und Lebensmittelingenieur/-innen	692	2'761	-2'069	-74.9%	634	2'677	-2'043	-76.3%
31113 Übrige Ingenieure/-innen	16'053	34'645	-18'592	-53.7%	12'598	32'696	-20'098	-61.5%
361 Berufe der Informatik	74'742	21'572	53'170	<b>246.5%</b>	20'319	5'892	14'427	<b>244.9%</b>
36101 Informatiker/-innen, Analytiker/-innen	34'617	15'479	19'138	123.6%	11'075	5'022	6'053	120.5%
36102 Programmierer/-innen	9'516	1'519	7'997	526.5%	3'443	245	3'198	1305.3%
36103 Informatikoperateur/-operatoricen	4'472	918	3'554	387.1%	181	33	148	448.5%
36104 Webmasters/Webmistresses uvB	4'138	691	3'447	498.8%	729	90	639	710.0%
36105 Andere Berufe der Informatik	21'999	2'965	19'034	642.0%	4'891	502	4'389	874.3%
Total (311 + 316)	129'106	134'297	-5'191	-3.9%	63'178	111'477	-48'299	-43.3%

Anmerkungen: Basis: Erwerbstätige der Schweiz. Berufsgruppen «311 Ingenieurberufe» und «361 Berufe der Informatik» gemäss Schweizer Berufsnomenklatur 2000. Höhere Ausbildung: Höhere Fachschule (HTL, HWV), Fachhochschule oder Universität/Hochschule.

Quelle: BFS Volkszählung 2000; eigene Darstellung.



Tabelle 15: In welchen Berufen sind erlernte Ingenieure im Jahr 2000 tätig?

		Erlerner Beruf													
		311 Ingenieurbereufe	31101 Architekten/-innen	31102 Bauingenieure/-innen	31103 Informatikingenieure/-innen	31104 Maschineningenieure/-innen	31105 Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnikingenieure/-innen	31106 Elektroingenieure/-innen	31107 Elektronik- und Mikrotechnikingenieure/-innen	31108 Forstingenieure/-innen	31109 Agraringenieure/-innen	31110 Kultur- und Vermessungsingenieure/-innen, Geometer/-innen	31111 Orts-, Siedlungs- und Landschaftsplaner/-innen	31112 Chemie- und Lebensmittelingenieure/-innen	31113 Übrige Ingenieure/-innen
Ausgebühter Beruf	<b>Höchste abgeschlossene Ausbildung: Alle</b>														
	Total	abs. 112'725	18'799	9'431	4'530	12'980	320	17'623	3'464	802	4'241	2'666	463	2'761	34'645
		in % 100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	Erlerner Beruf = Ausgebühter Beruf	abs. 27'395	11'921	3'625	1'193	1'371	75	1'750	430	258	290	671	170	315	5'326
		in % <b>24.3%</b>	63.4%	38.4%	26.3%	10.6%	23.4%	9.9%	12.4%	32.2%	6.8%	25.2%	36.7%	11.4%	15.4%
	Erlerner Beruf ≠ Ausgebühter Beruf	abs. 85'330	6'878	5'806	3'337	11'609	245	15'873	3'034	544	3'951	1'995	293	2'446	29'319
		in % <b>75.7%</b>	36.6%	61.6%	73.7%	89.4%	76.6%	90.1%	87.6%	67.8%	93.2%	74.8%	63.3%	88.6%	84.6%
	Ausgebühter Beruf = 311 Ingenieurbereufe	abs. 39'235	12'081	4'331	1'444	3'455	140	5'347	1'336	282	373	1'017	219	516	8'694
		in % <b>34.8%</b>	64.3%	45.9%	31.9%	26.6%	43.8%	30.3%	38.6%	35.2%	8.8%	38.1%	47.3%	18.7%	25.1%
	Ausgebühter Beruf = 361 Berufe der Informatik	abs. 8'434	235	241	1'686	644	4	2'416	392	19	113	168	12	72	2'432
		in % <b>7.5%</b>	1.3%	2.6%	37.2%	5.0%	1.3%	13.7%	11.3%	2.4%	2.7%	6.3%	2.6%	2.6%	7.0%
Ausgebühter Beruf	<b>Höchste abgeschlossene Ausbildung: Höhere Fachschule HTL/HWW, Fachhochschule oder Universität</b>														
	Total	abs. 105'585	17'032	9'168	4'026	11'912	279	17'238	3'310	787	3'926	2'097	437	2'677	32'696
		in % 100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	Erlerner Beruf = Ausgebühter Beruf	abs. 25'591	10'928	3'574	1'025	1'257	66	1'694	410	256	277	626	165	306	5'007
		in % <b>24.2%</b>	64.2%	39.0%	25.5%	10.6%	23.7%	9.8%	12.4%	32.5%	7.1%	29.9%	37.8%	11.4%	15.3%
	Erlerner Beruf ≠ Ausgebühter Beruf	abs. 83'443	6'914	5'730	3'223	10'655	213	15'544	2'900	531	3'649	1'471	272	2'371	27'689
		in % <b>79.0%</b>	40.6%	62.5%	74.5%	89.4%	76.3%	89.9%	87.6%	67.8%	70.1%	70.1%	62.2%	88.6%	84.6%
	Ausgebühter Beruf = 311 Ingenieurbereufe	abs. 37'182	11'083	4'272	1'251	3'306	128	5'253	1'290	280	357	965	212	501	8'284
		in % <b>35.2%</b>	65.1%	46.6%	31.1%	27.8%	45.9%	30.5%	39.0%	35.6%	9.1%	46.0%	48.5%	18.7%	25.3%
	Ausgebühter Beruf = 361 Berufe der Informatik	abs. 8'041	215	232	1'531	611	2	2'374	378	19	111	152	10	71	2'335
		in % <b>7.6%</b>	1.3%	2.5%	38.0%	5.1%	0.7%	13.8%	11.4%	2.4%	2.8%	7.2%	2.3%	2.7%	7.1%
Ausgebühter Beruf	Ausgebühter Beruf = 711 Unternehmer/-innen, Direktoren/-innen und leitende Beamte/-innen	abs. 22'061	1'226	1'670	477	3'292	75	4'271	638	103	751	292	49	673	8'544
		in % <b>20.9%</b>	7.2%	18.2%	11.8%	27.6%	26.3%	24.8%	19.3%	13.1%	19.1%	13.9%	11.2%	25.1%	26.1%
	Ausgebühter Beruf = 311, 361 oder 711	abs. 67'284	12'524	6'174	3'259	7'209	205	11'898	2'306	402	1'219	1'409	271	1'245	19'163
		in % <b>63.7%</b>	73.5%	67.3%	80.9%	60.5%	73.5%	69.0%	69.7%	51.1%	31.0%	67.2%	62.0%	46.5%	58.6%
Anderer ausgebühter Berufe		abs. 41'750	5'318	3'130	989	4'968	105	5'569	1'093	389	2'820	891	180	1'473	14'825
		in % <b>39.5%</b>	31.2%	34.1%	24.6%	41.7%	37.6%	32.3%	33.0%	49.4%	71.8%	42.5%	41.2%	55.0%	45.3%

Anmerkungen: Basis: Erwerbstätige Personen in der Schweiz, welche einen erlernten Beruf der Berufsgruppen «311 Ingenieurbereufe» gemäss Schweizer Berufsnomenklatur 2000 aufweisen. Lesebeispiel: 112'725 erwerbstätige Personen geben als erlernten Beruf die Berufsgruppe «311 Ingenieurbereufe» an (Datenzeile Zeile 1, Spalte 1). Von diesen geben nur gerade 34.8% (Datenzeile Zeile 8, Spalte 1) an, zurzeit einen Beruf der Berufsgruppe «311 Ingenieurbereufe» auszuüben, was 39'235 Personen (Datenzeile Zeile 7, Spalte 1) entspricht.

Quelle: BFS Volkszählung 2000; eigene Darstellung.

Tabelle 16: Welche erlernte Berufe weisen Informatiker im Jahr 2000 auf?

		Ausgeübter Beruf											
		Höchste abgeschlossene Ausbildung: Alle						Höchste abgeschlossene Ausbildung: Höhere Fachschule (HTL, HWV), Fachhochschule oder Universität					
		361 Berufe der Informatik	36101 Informatiker/innen, Analytiker/innen	36102 Programmierer/innen	36103 Informatikoperateur/-operatorinnen	36104 Webmasters/Webmistresses uVB	36105 Andere Berufe der Informatik	361 Berufe der Informatik	36101 Informatiker/innen, Analytiker/innen	36102 Programmierer/innen	36103 Informatikoperateur/-operatorinnen	36104 Webmasters/Webmistresses uVB	36105 Andere Berufe der Informatik
Total	abs.	74'742	34'617	9'516	4'472	4'138	21'999	20'319	11'075	3'443	181	729	4'891
	in %	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1 Land- und forstwirtschaftliche Berufe, Berufe der Tierzucht	abs.	290	99	23	43	17	108	26	19	0	0	0	7
	in %	0.4%	0.3%	0.2%	1.0%	0.4%	0.5%	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
2 Produktionsberufe in der Industrie und im Gewerbe (ohne Bau)	abs.	12'851	4'685	1'677	1'203	690	4'596	538	289	89	7	13	140
	in %	17.2%	13.5%	17.6%	26.9%	16.7%	20.9%	2.6%	2.6%	2.6%	3.9%	1.8%	2.9%
3 Technische Berufe sowie Informatikberufe	abs.	26'858	14'786	4'222	611	962	6'277	11'663	6'444	2'372	64	247	2'536
	in %	35.9%	42.7%	44.4%	13.7%	23.2%	28.5%	57.4%	58.2%	68.9%	35.4%	33.9%	51.9%
311 Ingenieurberufe	abs.	8'434	4'245	2'005	55	178	1'951	8'041	4'057	1'952	40	158	1'834
	in %	11.3%	12.3%	21.1%	1.2%	4.3%	8.9%	39.6%	36.6%	56.7%	22.1%	21.7%	37.5%
361 Berufe der Informatik	abs.	12'664	8'152	1'366	318	461	2'367	3'246	2'196	353	15	73	609
	in %	16.9%	23.5%	14.4%	7.1%	11.1%	10.8%	16.0%	19.8%	10.3%	8.3%	10.0%	12.5%
4 Berufe des Bau- und Ausbaugewerbes und des Bergbaus	abs.	3'184	1'137	288	279	111	1'369	109	61	15	0	5	28
	in %	4.3%	3.3%	3.0%	6.2%	2.7%	6.2%	0.5%	0.6%	0.4%	0.0%	0.7%	0.6%
5 Handels- und Verkehrsberufe	abs.	3'389	1'262	228	394	201	1'304	189	75	10	7	17	80
	in %	4.5%	3.6%	2.4%	8.8%	4.9%	5.9%	0.9%	0.7%	0.3%	3.9%	2.3%	1.6%
6 Berufe des Gastgewerbes und Berufe zur Erbringung persönlicher Dienstleistungen	abs.	938	285	54	203	57	339	91	45	0	3	5	38
	in %	1.3%	0.8%	0.6%	4.5%	1.4%	1.5%	0.4%	0.4%	0.0%	1.7%	0.7%	0.8%
7 Berufe des Managements und der Administration, des Bank- und Versicherungsgewerbes und des Rechtswesens	abs.	9'442	4'044	936	369	590	3'503	499	259	38	13	29	160
	in %	12.6%	11.7%	9.8%	8.3%	14.3%	15.9%	2.5%	2.3%	1.1%	7.2%	4.0%	3.3%
8 Gesundheits-, Lehr- und Kulturberufe, Wissenschaftler	abs.	7'391	3'588	927	229	640	2'007	5'662	3'039	728	58	324	1'513
	in %	9.9%	10.4%	9.7%	5.1%	15.5%	9.1%	27.9%	27.4%	21.1%	32.0%	44.4%	30.9%
Nicht klassierbare Angaben, keine Angaben	abs.	10'399	4'731	1'161	1'141	870	2'496	1'542	844	191	29	89	389
	in %	13.9%	13.7%	12.2%	25.5%	21.0%	11.3%	7.6%	7.6%	5.5%	16.0%	12.2%	8.0%

Anmerkungen: Basis: Erwerbstätige Personen in der Schweiz, welche einen Beruf der Berufsgruppe «361 Berufe der Informatik» gemäss Schweizer Berufsnomenklatur 2000 ausüben. Lesebeispiel: 74'742 üben einen Beruf in der Berufsgruppe «361 Berufe der Informatik» aus (Datenzeile Zeile 1, Spalte 1). 8'434 (Datenzeile Zeile 9, Spalte 1) haben einen Beruf der Gruppe «311 Ingenieurberufe» erlernt. Diese 8'434 Personen entsprechen 11.3% (Datenzeile Zeile 10, Spalte 1) aller 74'742 Personen, welche einen Beruf der Berufsgruppe «361 Berufe der Informatik» ausüben.  
Quelle: BFS Volkszählung 2000; eigene Darstellung.

Tabelle 17: Offene registrierte Ingenieursstellen im Januar 2007 nach Wirtschaftszweigen

Code NOGA	Wirtschaftszweige gemäss NOGA (2-Steller)	Registrierte Offene Ingenieursstellen	
1	Landwirtschaft und Jagd	2	
21	Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	1	
22	Herstellung von Verlags- und Druckerzeugnissen, Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern	1	
24	Herstellung von chemischen Erzeugnissen	2	
<b>27</b>	<b>Metallerzeugung und -bearbeitung</b>	<b>0</b>	
<b>28</b>	<b>Herstellung von Metallerzeugnissen</b>	<b>2</b>	
<b>29</b>	<b>Maschinenbau</b>	<b>25</b>	
<b>31</b>	<b>Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.Ä.</b>	<b>63</b>	<b>MEM- Industrie</b>
<b>32</b>	<b>Herstellung von Geräten der Radio-, Fernseh- und Nachrichtentechnik</b>	<b>17</b>	
33	Herstellung von medizinischen Geräten, Präzisionsinstrumenten, optischen Geräten und Uhren	14	
40	Energieversorgung	15	
45	Bau	3	
50	Automobilhandel, Instandhaltung und Reparatur von Automobilen, Tankstellen	0	
51	Handelsvermittlung und Grosshandel (ohne Handel mit Automobilen)	5	
52	Detailhandel (ohne Handel mit Automobilen und ohne Tankstellen), Reparatur von Gebrauchsgütern	1	
55	Beherbergungs- und Gaststätten	1	
60	Landverkehr, Transport in Rohrfernleitungen	1	
63	Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Verkehr, Verkehrsvermittlung	1	
64	Nachrichtenübermittlung	1	
65	Kreditinstitute	42	
67	Mit den Kreditinstituten und Versicherungen verbundene Tätigkeiten	1	
70	Grundstücks- und Wohnungswesen	3	
72	Datenverarbeitung und Datenbanken	38	
74	Erbringung von unternehmensbezogenen Dienstleistungen	92	
75	Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung	9	
80	Erziehung und Unterricht	1	
90	Abwasser- und Abfallbeseitigung und sonstige Entsorgung	1	
91	Interessenvertretungen sowie kirchliche und sonstige Vereinigungen (ohne Sozialwesen, Kultur und Sport)	1	
92	Kultur, Sport und Unterhaltung	0	
<b>Total</b>		<b>343</b>	

Quelle: Arbeitsmarktstatistik: Registrierte offene Stellen in der Berufsgruppe „311 Ingenieure“ im Januar 2007 nach Wirtschaftszweigen (2-Steller gemäss NOGA); eigen Darstellung.

Die nachfolgenden Tabellen sind folgendermassen aufgebaut:

■ **Tabelle 18.1, Zeilen 1-17:** Dieser Tabellenbereich zeigt die wichtigsten Daten der Eintritte in das Schweizer Hochschulsystem, welche bereits in Abschnitt 2.4.1 präsentiert wurden. Für eine detaillierte Diskussion der Eintritte und Diplome in den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 verweisen wir auf diesen Abschnitt.

■ **Tabelle 18.1, Zeilen 18-46:** In diesen Zeilen sind die wichtigsten Daten zum Übergang von der Sekundarstufe II (ISCED 3) in Studiengänge der ISCED-Felder 48, 52, 54, 58 der Universitären Hochschulen (Zeilen 18-24) und der Fachhochschulen (Zeilen 25-35) aufgeführt – im Sinne einer Zubringeranalyse. Die Zeilen 36-46 fassen die Universitären Hochschulen und Fachhochschulen zusammen.

■ **Tabelle 18.2, Zeilen 47-64:** Dieser Tabellenbereich zeigt die Entwicklung der Absolventen-Zahlen der gymnasialen Maturitäten und der Berufsmaturitäten.

■ **Tabelle 18.2, Zeilen 65-78:** Dieser Tabellenbereich zeigt, aus welchen ISCED-Feldern auf der Ebene der Berufslehren die Technische Berufsmaturität ihre Absolventen/-innen rekrutiert (Zubringeranalyse).

■ **Tabelle 18.3, Zeilen 79-102:** Diese Zeilen zeigen die Entwicklung der vergebenen Eidgenössischen Fähigkeitsausweise (Abschluss Berufslehre) seit 1990, unter anderem nach ISCED-Feldern.

Tabelle 18.1: Strukturdaten des Bildungssystems bezüglich den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 (Teil 1)

				1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
ISCED 5A	Eintritte <sup>1</sup>	Total <sup>2</sup>	Tsd.	1	18.5	19.1	18.8	19.1	18.6	18.4	18.8	19.7	20.8	21.1	22.1	24.4	26.8	26.8	24.8	25.6	26.9	27.5
			F in %	2	34.5	35.4	35.6	35.9	36.4	36.4	37.6	37.5	40.5	40.8	42.8	45.3	46.7	46.7	48.9	46.8	49.1	49.9
	UH	Tsd.	3	13.5	14.4	14.3	14.4	13.7	13.5	13.8	14.0	14.5	14.4	14.9	16.4	17.4	17.0	15.2	15.8	16.1	16.0	
			F in %	4	44.6	44.3	44.3	44.9	45.9	45.9	47.0	46.4	48.1	48.0	49.5	50.3	51.5	51.7	54.0	52.1	52.2	52.5
	FH/HTL/HWV	Tsd.	5	4.9	4.7	4.6	4.8	4.9	4.9	4.9	5.8	6.3	6.7	7.3	8.0	9.4	9.8	9.6	9.8	10.8	11.5	
			F in %	6	6.7	7.8	8.4	8.8	9.7	10.3	11.2	16.1	23.1	25.1	29.0	35.0	38.0	38.0	40.7	38.3	44.4	46.3
	Eintritte in ISCED 48, 52, 54, 58	Total	Tsd.	7	5.7	5.6	5.3	5.3	5.3	5.1	4.9	5.2	4.9	4.9	5.2	5.5	5.3	4.8	5.1	5.0	4.9	
			in %	8	30.8	29.5	28.4	27.5	28.5	27.9	26.2	26.4	23.5	23.3	23.5	21.3	20.5	19.9	19.3	20.0	18.5	17.7
			F in %	9	7.3	8.4	9.0	8.6	10.0	8.9	10.6	9.9	10.4	11.0	12.0	14.3	14.2	14.4	16.2	15.6	16.0	16.5
		Tsd.	10	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.3	2.4	2.1	1.9	2.0	2.1	2.1	
			in %	11	13.1	13.7	12.8	12.5	13.1	12.3	12.5	12.8	13.0	13.6	14.2	13.7	13.7	12.3	12.3	12.8	13.0	12.9
			F in %	12	15.5	16.0	16.1	14.9	17.0	16.3	18.3	18.7	17.7	18.7	20.5	22.7	21.6	24.0	25.2	24.1	24.7	23.8
		Tsd.	13	3.9	3.7	3.5	3.5	3.5	3.5	3.2	3.4	3.0	3.0	3.1	2.9	3.1	3.2	2.9	3.1	2.9	2.8	
			in %	14	79.1	78.2	77.1	73.0	71.8	70.8	64.5	59.2	48.0	44.5	42.5	36.6	32.9	33.3	30.4	31.8	26.8	24.3
			F in %	15	3.6	4.4	5.4	5.3	6.3	5.4	6.4	5.3	5.9	5.9	6.3	8.0	8.6	8.3	10.5	10.0	9.6	11.2
		Tsd.	16									2.7	2.8	2.8	3.0	2.9	3.1	3.2	2.9	3.1	2.9	2.8
		HTL	Tsd.	17	3.9	3.7	3.5	3.5	3.5	3.5	3.2	0.8	0.3	0.2	0.1							
Übergang ISCED 3 - ISCED 5A	Zubringer UH in ISCED 48, 52, 54, 58	Total	Tsd.	18	1.8	2.0	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.3	2.4	2.1	1.9	2.1	2.1	
		Gym. Mat.	in %	22	78.2	77.5	72.7	74.2	74.2	73.5	71.5	73.1	73.7	74.2	74.4	74.2	74.1	71.2	65.6	68.0	67.4	65.7
		And. CH-Ausw .	in %	23	5.3	5.0	7.6	6.1	5.7	3.8	5.0	4.6	3.9	2.8	2.1	2.5	2.8	3.2	3.2	3.0	3.9	3.7
		Ausl. Ausw .	in %	24	16.5	17.5	19.6	19.7	20.1	22.6	23.5	22.2	22.4	23.0	23.5	23.3	23.1	25.6	31.2	29.0	28.7	30.7
	Zubringer FH in ISCED 48, 52, 54, 58	Total	Tsd.	25								2.7	2.9	2.9	3.2	3.2	3.4	3.5	3.2	3.4	3.2	3.1
		Gym. Mat.	in %	31								6.0	7.5	8.1	11.0	11.6	12.8	11.7	12.9	11.2	12.2	15.2
		T.&N. BM	in %	32								60.2	59.8	61.6	56.2	57.2	55.7	58.0	55.2	55.8	56.1	56.2
		And. BM	in %	33								0.8	1.3	2.1	3.1	2.9	3.2	3.1	3.5	4.2	4.6	4.5
		Ausl. Ausw .	in %	34								2.8	4.9	6.9	7.9	11.3	13.2	13.5	14.0	15.0	14.3	12.5
		And. Ausw .	in %	35								30.2	26.4	21.3	21.9	17.1	15.1	13.7	14.4	13.7	12.8	11.6
	Zubringer FH/UH in ISCED 48, 52, 54, 58	Total	Tsd.	36								4.5	4.8	4.9	5.3	5.4	5.8	5.7	5.1	5.4	5.3	5.3
		Gym. Mat.	in %	42								32.7	33.7	34.6	36.3	37.7	38.4	34.0	32.5	32.8	34.4	35.4
		T.&N. BM	in %	43								36.3	36.1	36.9	33.8	33.4	32.5	36.3	34.7	34.7	33.5	33.7
		And. BM	in %	44								0.5	0.8	1.2	1.8	1.7	1.9	1.9	2.2	2.6	2.8	2.7
		Ausl. Ausw .	in %	45								10.5	11.8	13.4	14.1	16.3	17.3	18.0	20.4	20.3	20.1	19.8
		And. Ausw .	in %	46								20.1	17.5	13.9	14.0	11.0	10.0	9.8	10.2	9.6	9.2	8.4

Anmerkungen: <sup>1</sup>Eintritte: ohne Doppeintritte UH-FH, FH-UH, <sup>2</sup>Total: inkl. HTL und HWV, ohne Lehrkräfteausbildung (LKA) und Pädagogische Fachhochschulen. Abkürzungen: Gym. Mat. := Gymnasiale Maturität, T.&N. BM := Technische und naturwissenschaftliche Berufsmaturität, And. Ausw. := Anderer Ausweis, Ausl. Ausw. := Ausländischer Ausweis, And. BM := Andere Berufsmaturität, UH := Universitäre Hochschulen, FH := Fachhochschulen, F in % := Frauenanteil in %.

Quelle: Spezialauswertungen des BFS; eigene Berechnungen; eigene Darstellung.

Tabelle 18.2: Strukturdaten des Bildungssystems bezüglich den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 (Teil 2)

			1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Maturitäten	Maturitäten Total	Quote	47								24.9	25.2	25.8	27.4	28.8	29.2	30.1	31.1	31.6	31.0	
	Gym. Mat.	Tsd.	48	12.1	12.8	11.8	12.2	13.7	12.9	14.1	14.2	15.3	14.9	15.1	17.9	19.3	16.6	16.0	16.5	16.9	17.5
		Quote	49	13.3				17.1				17.9	17.8	17.9	18.8	19.3	18.8	18.6	18.9	19.5	19.2
		F in %	50	48.6	47.2	48.7	48.6	50.3	50.8	51.3	50.7	52.1	52.8	54.0	53.8	56.0	56.4	57.5	56.8	57.4	58.1
		Quote M	51	13.4				16.7				16.0	17.1	16.9	16.0	15.6	16.1	16.3	15.7	15.7	15.7
		Quote F	52	13.2				17.5				19.9	20.6	21.8	21.8	21.8	21.8	21.9	22.8	22.8	22.8
	Gym. Mat. C	in %	53	24.7	25.2	24.0	24.0	24.6	24.7	24.4	23.8	23.5	22.9								
		F in %	54	22.5	20.3	21.5	21.9	24.7	25.8	25.4	25.4	27.5	25.9								
	BM	Tsd.	55							2.3	4.4	5.6	6.0	6.5	7.3	8.2	9.0	9.9	10.7	10.6	10.6
		Quote	56									6.9	7.4	7.8	8.5	9.5	10.3	11.4	12.2	12.1	11.8
		F in %	57									31.0	33.5	35.9	36.2	37.5	49.5	42.9	44.0	44.1	44.8
		Quote F	58									9.4	9.7	10.0	10.8	11.8	12.3	12.9	13.4	13.4	12.9
		Quote M	59									4.4	5.1	5.7	6.2	7.2	8.4	9.9	10.9	10.7	10.7
	Technische BM	Tsd.	60						1.8	2.6	2.7	2.8	2.7	3.0	3.1	3.3	3.4	3.7	3.4	3.1	3.1
		in %	61						77.0	59.0	48.2	45.9	41.5	40.7	38.0	36.5	34.8	34.3	31.7	29.3	29.3
		F in %	62						8.7	8.6	9.7	10.4	9.0	9.1	9.0	11.2	12.8	12.2	13.0	10.5	10.5
	Naturw. BM	Tsd.	63							0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
		in %	64							4.3	2.2	1.8	1.3	1.2	1.1	1.5	1.3	1.2	1.3	1.2	1.4
Zubringer Technische Berufsmaturitätsabschlüsse	Total	Tsd.	65					0.2	1.8	2.6	2.7	2.8	2.7	3.0	3.1	3.3	3.4	3.7	3.4	3.1	3.1
	ISCED 48, 52, 54, 58	in %	66					96.5	95.5	97.4	93.3	91.9	90.9	91.4	90.4	88.5	88.0	90.0	90.4	89.7	89.7
	Rest	in %	67					3.5	4.5	2.6	6.7	8.1	9.1	8.6	9.6	11.5	12.0	10.0	9.6	10.3	10.3
	ISCED 48	in %	68					0.0	0.5	0.9	1.2	3.5	5.0	7.5	10.3	15.8	20.0	23.4	21.1	19.2	19.2
	ISCED 52	in %	69					65.8	69.3	69.7	66.7	62.5	63.8	61.6	59.5	54.8	51.1	49.3	51.5	52.5	52.5
	ISCED 54	in %	70					4.8	3.0	4.1	4.1	3.4	3.7	4.3	3.9	3.5	3.1	2.8	2.6	2.6	2.6
	ISCED 58	in %	71					25.9	22.8	22.7	21.4	22.6	18.4	18.1	16.7	14.3	13.9	14.4	15.3	15.3	15.3
	Total	F in %	72					3.1	8.7	8.6	9.7	10.4	9.0	9.1	9.0	11.2	12.8	12.2	13.0	10.5	10.5
	ISCED 48, 52, 54, 58	F in %	73					2.3	7.7	8.0	8.6	8.9	8.0	7.9	7.7	9.2	10.5	10.0	10.8	8.3	8.3
	Rest	F in %	74					25.0	30.4	30.9	26.0	26.9	18.9	22.4	21.1	26.8	29.1	31.7	33.9	29.0	29.0
	ISCED 48	F in %	75					0.0	0.0	12.5	0.0	7.3	1.5	4.1	3.1	10.8	10.9	10.6	13.2	6.3	6.3
	ISCED 52	F in %	76					2.0	5.0	4.5	4.6	5.3	5.4	5.4	5.8	5.9	7.5	7.7	6.9	6.0	6.0
	ISCED 54	F in %	77					0.0	7.7	33.6	27.9	29.5	22.2	23.6	14.0	25.4	18.1	7.7	13.8	19.5	19.5
	ISCED 58	F in %	78					3.4	16.0	13.7	17.6	16.0	15.8	14.2	15.7	15.9	19.5	17.6	19.9	17.1	17.1

Anmerkungen: Gym. Mat. := Gymnasiale Maturität, BM := Berufsmaturität, F in % := Frauenanteil in %.

Quelle: Spezialauswertungen des BfS; eigene Berechnungen; eigene Darstellung.

Tabelle 18.3: Strukturdaten des Bildungssystems bezüglich den ISCED-Feldern 48, 52, 54, 58 (Teil 3)

			1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
ISCED 3: Berufslehre	Total	Tsd.	79	60.3	56.9	54.5	51.8	48.7	47.1	47.3	46.5	47.5	49.1	50.3	52.0	51.6	51.7	52.3	52.1	51.9	
		Quote <sup>3</sup>	80	69.2	68.7	66.6	66.7	66.5	63.8	64.3	64.5	64.2	66.1	66.5	68.6	69.1	67.0	65.6	66.7		
		Quote M <sup>3</sup>	81															72.5			
		Quote F <sup>3</sup>	82															60.6			
	Eidg. Fähigkeitszeugnis	ISCED 48, 52, 54, 58	Tsd.	83	24.7	23.6	22.6	21.7	20.5	20.1	20.5	20.3	20.5	20.5	20.4	20.7	20.5	20.3	20.7	21.7	21.0
		Rest	Tsd.	84	35.6	33.3	31.9	30.1	28.2	26.9	26.8	26.2	27.0	28.6	29.9	31.3	31.1	31.4	31.6	30.4	30.9
		ISCED 48	Tsd.	85						0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.4	0.6	0.8	1.2	1.8	1.9	1.6
		ISCED 52	Tsd.	86	13.7	13.4	12.8	12.3	12.0	11.7	11.6	11.4	11.4	11.3	11.3	11.5	11.2	11.2	11.9	11.3	
		ISCED 54	Tsd.	87	4.4	3.9	3.6	3.2	2.8	2.9	3.2	3.2	3.2	3.2	3.4	3.4	3.2	3.0	2.8	2.7	2.7
		ISCED 58	Tsd.	88	6.6	6.3	6.3	6.1	5.7	5.5	5.7	5.7	5.9	5.7	5.3	5.4	5.1	5.0	4.9	5.2	5.3
		ISCED 48, 52, 54, 58	in %	90	41.0	41.5	41.5	41.9	42.1	42.8	43.4	43.6	43.2	41.7	40.5	39.8	39.8	39.3	39.5	41.6	40.4
		Rest	in %	91	59.0	58.5	58.5	58.1	57.9	57.2	56.6	56.4	56.8	58.3	59.5	60.2	60.2	60.7	60.5	58.4	59.6
		ISCED 48	in %	92							0.1	0.1	0.2	0.6	0.8	1.1	1.5	2.4	3.4	3.6	3.2
		ISCED 52	in %	93	22.7	23.6	23.4	23.8	24.6	24.9	24.6	24.5	23.9	23.2	22.5	21.7	22.2	21.6	21.4	22.9	21.7
		ISCED 54	in %	94	7.3	6.9	6.5	6.2	5.7	6.1	6.7	6.8	6.6	6.5	6.7	6.6	6.2	5.7	5.4	5.1	5.3
		ISCED 58	in %	95	11.0	11.0	11.5	11.8	11.7	11.8	12.1	12.2	12.4	11.5	10.6	10.3	9.8	9.6	9.4	10.0	10.2
		Total	F in %	96	42.9	41.8	41.6	41.4	40.7	40.4	40.6	40.3	41.1	42.6	42.4	43.1	42.6	43.9	44.0	42.7	43.6
		ISCED 48, 52, 54, 58	F in %	97	9.5	9.6	9.8	9.9	9.9	9.8	10.1	10.3	10.5	10.5	10.2	10.3	10.3	10.6	10.5	10.6	11.5
		Rest	F in %	98	66.0	64.6	64.1	64.0	63.0	63.4	64.0	63.4	64.3	65.7	64.3	64.8	64.0	65.4	65.9	65.6	65.3
		ISCED 48	F in %	99						14.3	8.3	5.4	4.7	5.3	3.3	4.5	4.7	8.5	9.4	10.6	12.0
	ISCED 52	F in %	100	4.3	4.3	4.2	4.0	4.0	4.4	4.7	4.6	4.5	4.4	4.4	4.1	4.4	4.8	4.8	5.1	5.3	
	ISCED 54	F in %	101	25.8	27.3	27.0	26.5	28.2	28.1	29.1	30.4	30.3	32.0	30.7	32.2	30.9	32.9	32.5	32.3	34.1	
	ISCED 58	F in %	102	9.6	10.0	11.4	12.8	13.2	11.8	10.6	10.5	11.6	10.9	10.2	10.0	11.2	10.9	11.3	11.9	12.9	

Anmerkungen: <sup>3</sup>Die Quoten beziehen sich im Gegensatz zu den restlichen Daten in dieser Tabelle nicht nur auf die Eidgenössischen Fähigkeitszeugnisse, sondern auf Eidgenössische Fähigkeitszeugnisse UND Eidgenössische Berufsatteste. F in % := Frauenanteil in %.

Quelle: Spezialauswertungen des BfS; eigene Berechnungen; eigene Darstellung.